Die Langzeittokographie und ihre Bedeutung für die Diagnose der drohenden Frühgeburt

Thomas Schwenzer

1983

Aus dem Zentrum der Frauenheilkunde und Geburtshilfe der
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main
Abteilung für Geburtshilfe
(Leiter: Prof. Dr. med. Ernst Halberstadt)

DIE LANGZEITTOKOGRAPHIE UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE DIAGNOSE DER DROHENDEN FRÜHGEBURT

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin des Fach-
bereiches Humanmedizin der
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

vorgelegt von
Thomas Schwenzer
aus Frankfurt am Main

Frankfurt am Main
1983

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof. Dr. H.J. Müller
Referent: Prof. Dr. E. Halberstadt
Koreferent: Prof. Dr. A.W. Mondorf

Tag der mündlichen Prüfung: 20.4.1983

A B S T R A C T

SCHWENZER, THOMAS

DIE LANGZEITTOKOGRAPHIE UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE DIAGNOSE DER DROHENDEN FRÜHGEBURT

Die Frühgeburt steht heute im Mittelpunkt der Bemühungen von Geburtshelfern und Perinatologen: Sie ist für 60 bis 80 % der perinatalen Mortalität verantwortlich. Besonders die exakte Diagnose bereitet zuweilen große Schwierigkeiten. Neben Anamnese, Untersuchungsbefund und Angaben der Mutter über verspürte Wehen steht die objektiv registrierbare Wehentätigkeit. In der Literatur herrscht über die Häufigkeit und Bewertung von Schwangerschaftskontraktionen noch vielfach Unklarheit: Eine Gruppe von Autoren hält erst Werte ab 6 Kontraktionen pro Stunde für eingriffsbedürftig, die andere Gruppe billigt der Schwangeren nur eine physiologische Frequenz von 0,4-2,6 K/h zu.

Von der Vielzahl der in der Arbeit angegebenen Methoden der Wehenmessung kommen für Untersuchungen während der Gravidität routinemäßig nur externe Verfahren in Frage. Die mechano-elektrische Wandlung erfolgt verlustfrei mit Transducern nach dem "strain-gauge"-Prinzip. Die Hinzuziehung der Telemetrie ermöglichte die langzeittokographische Untersuchung.

Die ermittelte physiologische Kontraktionsfrequenz liegt zwischen 0,15 K/h in der 26.-28. SSW und 2,52 K/h ab der 38. SSW.

Eine Registrierung von nur einer Stunde ergibt höhere Werte für die Kontraktionsfrequenz als eine Langzeitregistrierung. Vermutlich tritt ein "Anlegeffekt" deutlich in Erscheinung, der darauf beruht, daß durch das Anlegen der Apparatur zusätzliche Kontraktionen ausgelöst werden.

Die physiologische, wie auch die pathologische Kontraktionstätigkeit ist abhängig von der Tageszeit: Vermehrte Kontraktionen zwischen 22 Uhr und 3 Uhr nachts, deutliche Ruhe von 4 Uhr bis 9 Uhr morgens.

In seltenen Fällen sind Wehentätigkeit und Cervixbefund nicht übereinstimmend. Untersuchungs- und Tokographiebefund müssen sich ergänzen.

Die Langzeitkardiotokographie stellt eine wertvolle Ergänzung zur Überwachung von Risikoschwangerschaften dar.

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung S. 1

II. Frühgeburt S. 2

1. Die Definition der Frühgeburt S. 2

2. Die Diagnose der drohenden Frühgeburt S. 3

a. Die Anamnese S. 5

b. Der Untersuchungsbefund der Cervix uteri S. 5

c. Die Angaben der Mutter über subjektiv empfundene Wehen S. 6

d. Die objektiv registrierbare Wehentätigkeit S. 7

III. Die Physiologie der Uterusmotilität S. 8

1. Der Ursprung der Uteruskontraktionen S. 8

2. Die physiologische Häufigkeit von Schwangerschaftskontraktionen S. 9

IV. Methoden der Wehenmessung S. 16

1. Elektrohysterographie S. 16

2. Invasive Verfahren S. 18

a. Intrauterine, extraamniale Messung S. 18

b. Intrauterine, intraamniale Messung (Fruchtwasserdruckmessung) S. 19

c. Intramurale Druckmessung S. 20

d. Extrauterine Meßverfahren S. 21

e. Cervixwehenmessung S. 22

f. Sonstige invasive Verfahren S. 22

3. Externe Verfahren S. 23

4. Wertigkeit der einzelnen Verfahren der Wehenmessung, Probleme und Grenzen S. 26

V. Eigene Untersuchungen S. 30

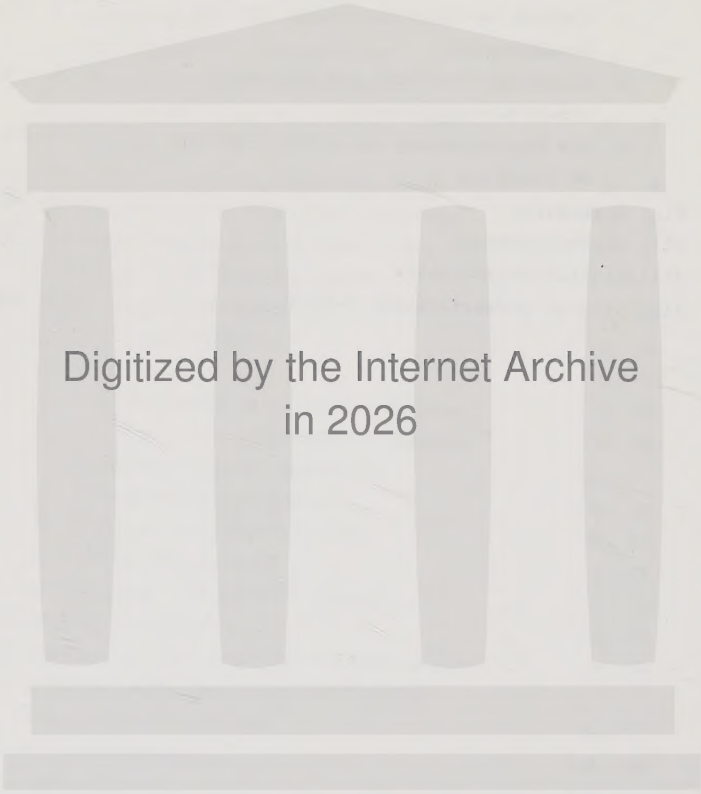
1. Vorbemerkungen S. 30

2. Patientengut S. 31

a. Kollektiv I (Patientinnen ohne Frühgeburtsrisiko) S. 31

b. Kollektiv II (Patientinnen mit Frühgeburtsrisiko) S. 36

3. Methode S. 39
4. Ergebnisse S. 43
a. Überprüfung der Kollektive S. 43
b. Wehenfrequenz in Abhängigkeit vom Gestationsalter S. 48
c. Einfluß der Registrierdauer auf die Wehenfrequenz S. 52
d. Circadiane Rhythmik von Schwangerschaftskontraktionen S. 54
e. Die Registrierung von Alvarez-Wellen im Tokogramm S. 62
VI. Diskussion S. 63
VII. Zusammenfassung S. 68
VIII. Literaturverzeichnis S. 70
IX. Anhang: parametrischer t-Test S. 99


Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41523704_0042

I. Einleitung

Jeder, der die Entwicklung und die Fortschritte in der Geburtshilfe und Perinatologie in den letzten Jahren verfolgt hat, weiß, daß ein Problem heute ganz im Mittelpunkt aller Bemühungen stehen muß: die d r o h e n d e F r ü h g e b u r t (70).

Trotz aller Fortschritte in der Geburtshilfe - die mütterliche Sterblichkeit hat ein kaum noch reduzierbares Minimum erreicht - liegt die Frühgeburtenrate international immer noch zwischen 5 und 10 Prozent (75). F u c h s (70) spricht sogar von einer Zunahme der Inzidenz: In den Jahren 1932 bis 1943 lag die Frühgeburtenrate am New York Cornell Medical Center bei 3 Prozent. In den 11 Jahren, die F u c h s als Leiter der Klinik überblickt, betrug die Häufigkeit 7,6 Prozent. Die Frühgeburtlichkeit ist aber die wichtigste Ursache für die perinatale Mortalität: Die Zahl der Frühgeburten ist für 60 bis 75 Prozent (84, 87, 116), ja nach B o l t e (29) sogar bis 86 Prozent der frühkindlichen Todesfälle verantwortlich. F u c h s gibt für sein Zahlenmaterial an, daß eine Frühgeburtenrate von ungefähr 8 Prozent für 75 Prozent der perinatalen Mortalität verantwortlich ist. Ließe sich die Frühgeburtenrate auf 6 Prozent senken, so würde sich die frühkindliche Mortalität um 18 Prozent reduzieren (70)!

Schon dieser kurze Abriß zeigt, welche Möglichkeiten die Bekämpfung der Frühgeburt für das frühkindliche Überleben bietet. Voraussetzung dafür ist aber, daß es gelingt, die breite Wissenslücke, die noch in der Prävention, Diagnose und auch der Behandlung der drohenden Frühgeburt klafft, in den nächsten Jahren zunehmend zu schließen. Auf dem Gebiet der immer noch sehr schwierigen Diagnostik der drohenden Frühgeburt will diese Arbeit versuchen, einen bescheidenen Beitrag zu leisten.

II. Frühgeburt

1. Die Definition der Frühgeburt

Schon die Definition der Frühgeburt erweist sich als schwierig. Nach dem Personenstandsgesetz vom 1. Januar 1958 ist jede lebende Frucht unter 35 cm Länge als Frühgeburt anzusehen. Als Kriterium des Lebens gelten pulsierende Nabelschnur, Herzschlag, natürliche Lungenatmung und Bewegungen des Kindes. Eine totgeborene Frucht unter 35 cm wird als Fehlgeburt betrachtet, wenn sie bis zur vollendeten 38. Schwangerschaftswoche ausgestoßen wurde. (Zitiert nach J u n g (95)).

Nach den Empfehlungen der WHO sind alle lebendgeborenen Kinder mit einem Geburtsgewicht unter 2500 g als " Infants of low birth weight " zu bezeichnen, unabhängig von der tatsächlichen Tragzeit.

In der Pädiatrie werden Kinder mit weniger als 2501 g Geburtsgewicht als " untergewichtige Kinder " bezeichnet. Es wird dann streng in die drei folgenden Klassen eingeteilt:

a. hypotrophe Reifgeborene (Dysmature),
   also Kinder, die nach einer Periodentragzeit von mehr als 37 Wochen, aber mit weniger als 2501 g Geburtsgewicht geboren werden.

b. eutrophe Frühgeborene,
   Kinder, die mit einer Periodentragzeit von weniger als 37 Wochen geboren werden, die aber ein Geburtsgewicht aufweisen, das ihrem Tragzeitalter gemäß ist. Dabei wird meist nach der Perzentilenkurve nach L u b c h e n c o (135, 136) gemessen. Kinder, deren Geburtsgewicht über der 10er Perzentile liegt, werden als eutrophe Frühgeborene angesprochen.

c. hypotrophe Frühgeborene,
   Kinder also, die nach einer Periodentragzeit von we-

niger als 37 Wochen geboren werden und zusätzlich auch noch unter der 10er Perzentile nach L u b c h e n c o mit ihrem Geburtsgewicht liegen.

Es liegt auf der Hand, daß die Prognose für Kinder in den einzelnen Klassen ganz unterschiedlich sein muß. Die Arbeitsgruppe S a l i n g (104) gibt für ihre Klinik im Jahre 1974 folgende Zahlen an:

Bei einer Gesamtzahl von 1892 Geburten entfielen auf die Klasse

a. hypotrophe Reifgeborene: 163 Kinder (8,62 %), davon verstorben: 5 Kinder (3,07 %).

b. eutrophe Frühgeborene: 67 Kinder (3,54 %), davon verstorben: 14 Kinder (20,9 %).

c. hypotrophe Frühgeborene: 10 Kinder (0,53 %), davon verstorben: 6 Kinder (60 %).

Für die Tragzeit und Reifebestimmung jedes Neugeborenen sind die Regelanamnese, der Zeitpunkt der ersten Kindsbewegungen, eventuell auch das Konzeptionsdatum, sowie Reifeschemata nach P e t r u s s a (156), F a r r (62) oder D u b o w i t z (54) heranzuziehen. Besonderer Wert ist in diesem Zusammenhang einer Ultraschalluntersuchung in der 14. bis 20. Schwangerschaftswoche post menstruationem beizumessen, da zu diesem Zeitpunkt durch Messung des biparietalen Schädeldurchmessers, des Thoraxdurchmessers und der Schädel-Steißlänge das Alter der Schwangerschaft auf wenige (eventuell 2-3) Tage genau bestimmt werden kann. Retardierungen in der körperlichen Entwicklung des Feten sind zu diesem Zeitpunkt der Schwangerschaft nicht zu erwarten, so daß nicht mit dem Vortäuschen einer kürzeren als der tatsächlichen Tragzeit gerechnet werden muß (82)

2. Die Diagnose der drohenden Frühgeburt

Die Diagnose der drohenden Frühgeburt ist oftmals auch für den

erfahrenen Kliniker nicht leicht zu stellen (105) und bietet eine Fülle von Grenzindikationen, bei denen selbst routinierte Geburtshelfer verschiedene Standpunkte einnehmen (89). Bei der drohenden Frühgeburt ist es nicht die Differentialdiagnose zu anderen Krankheitsbildern, wenngleich auch hier manchmal die Frage nach der Kausalität auftaucht - ist zum Beispiel die drohende Frühgeburt im Einzelfall ein Krankheitsbild sui generis und als solches mit allen Mitteln abzuwenden oder ist sie in der konkreten Situation nur Ausdruck eines Zustandes, der es dem Feten unmöglich macht, den Reifungsprozeß intrauterin fortzusetzen, zum Beispiel bei einer schweren Plazentarinsuffizienz (95) -, die die Entscheidung dem Geburtshelfer schwer macht. Es ist vielmehr die oft kaum zu beantwortende Frage, ob die zu erhebenden Befunde im Einzelfall als noch physiologisch anzusehen sind oder ob ihnen ein Krankheitswert und als Konsequenz daraus die Behandlungsbedürftigkeit beizumessen ist. Kaum Schwierigkeiten in der Diagnostik dürften dabei jene Patientinnen machen, die entweder mit gesprungener Fruchtblase oder auch mit heftiger, zum Teil schmerzhafter Wehentätigkeit, die darüber hinaus auch noch cervixwirksam im Sinne einer Portioverkürzung und/oder Muttermunddilatation ist, zur Aufnahme kommen. In solchen Fällen ist es dann aber auch leider sehr oft zumindest zweifelhaft, ob eine Therapie hier noch den gewünschten Erfolg im Sinne eines möglichst gesunden Überlebens des Feten zeigt.

Die Diagnose oder auch schon die Prävention der drohenden Frühgeburt stützt sich dabei auf die folgenden Säulen - ihre Reihenfolge steht dabei gleichzeitig für den Stellenwert, der diesem Punkt in der Diagnose und Prävention zukommt (190, 193):

a. Die Anamnese
b. Der Untersuchungsbefund der Cervix uteri
c. Die Angaben der Mutter über subjektiv empfundene Wehen
d. Die objektiv registrierbare Wehentätigkeit

a. Die Anamnese

Eine rechtzeitige ausführliche Anamnese ist ganz besonders für die Prävention unabdingbar. Risikokataloge, wie sie in den letzten Jahren von verschiedenen Autoren erarbeitet wurden, geben dem behandelnden Arzt wichtige Kriterien zur Hand, mit deren Hilfe das individuelle Risiko der einzelnen Patientin abgeschätzt werden kann (43, 99, 153, 154, 180, 211, 212). Es gelingt mit Hilfe solcher Programme, bis zu 75 Prozent aller Frühgeburten vorherzusagen. Auf der anderen Seite bedeutet dies aber auch, daß etwa 20 bis 35 Prozent aller Graviden in solche Risikokollektive eingeschlossen werden (75), ja, K l i n g m ü l l e r - A h t i n g gibt für die Arbeitsgruppe S a l i n g sogar an, daß an ihrer Klinik im Jahre 1974 51 Prozent aller Schwangeren durch ihr PDP-Programm erfaßt wurden (104). Daß solche extrem aufwendigen Verfahren zu rechtfertigen sind, zeigen die gesicherten Erfolge. So ging nach G i f f e i und S a l i n g (71) die Frühgeburtenrate in ihrem Kollektiv von 5,5 auf 3,2 Prozent zurück.

In dem aufwendigen Verfahren liegen m. E. nach aber auch Probleme, die nicht übersehen werden können: Um die Rate von 5 bis 10 Prozent Frühgeburten nachhaltig vermindern zu können, muß ein Drittel bis die Hälfte aller Schwangeren während der gesamten Schwangerschaft in ganz kurzen Abständen intensiv überwacht werden (71)! Hier liegen für die niedergelassenen Gynäkologen und Praktiker, die ja den Großteil aller Schwangerschaften betreuen, Schwierigkeiten in der Bewältigung, die neben den anfallenden nicht unbeträchtlichen Kosten eine ernstzunehmende Hürde in der sicher wünschenswerten Verbreitung solcher Programme darstellen dürften.

b. Der Untersuchungsbefund der Cervix uteri

Der nächste Schritt in der Überwachungskette der Patientin ist der vaginale Untersuchungsbefund. Er gibt die wichtige Auskunft darüber, ob schon Veränderungen am Fruchthalter eingetreten sind, die als pathologisch eingestuft werden müssen. Eine Entscheidung

ist hier zuweilen auch für den erfahrenen Untersucher schwierig zu treffen. In diesen Fällen gibt die Verlaufsbeobachtung des Befundes zweifelsfrei Auskunft, ob an der Cervix geburtsmechanisch bedeutsame Vorgänge stattfinden. Ändert sich der vaginale Untersuchungsbefund im Laufe von Tagen deutlich im Sinne einer Portioverkürzung und/oder Muttermunderweiterung, so ist zumindest erhöhte Aufmerksamkeit geboten.

Unmittelbar einleuchtend ist, daß immer derselbe Untersucher tätig werden sollte, um eine einheitliche Beurteilung des Verlaufes bei einer bestimmten Patientin zu gewährleisten. Ob der einzelne Untersucher sich bei der Beurteilung eines Pelvic- bzw. Portio-Scores (19) bedient, erscheint dann mehr als eine Frage des persönlichen Geschmacks und ist wahrscheinlich nicht von ausschlaggebender Bedeutung.

c. Die Angaben der Mutter über subjektiv empfundene Wehen

Angaben der Mutter über subjektiv empfundene Wehen muß der behandelnde Arzt immer ernst nehmen. Die meisten Schwangeren, die eine regelhafte Gravidität austragen, empfinden vor der 36. Schwangerschaftswoche keine schmerzhaften oder ziehenden Kontraktionen. Allenfalls ganz vereinzelt dürfen hier Kontraktionen von der Schwangeren registriert werden (67). Die schon früh einsetzende Kontraktionstätigkeit des menschlichen Uterus (40, 67), die durch apparative Maßnahmen registiert werden kann, ist mindestens bis zu diesem Gestationsalter normalerweise kaum wahrnehmbar. Der Franzose hat dafür den trefflichen Ausdruck: T r a v a i l i n s e n s i b l e geprägt. (Nach G u g g i s b e r g (72)). Im internationalen Sprachgebrauch wäre dafür der Begriff C o n t r a c t i o n e s i n s e n s i b i l e s angebracht.

Auch bei vermehrter Wehentätigkeit ist durchaus damit zu rechnen, daß nicht jede Schwangere alle Kontraktionen wahrnehmen kann. (Siehe auch eigene Ergebnisse). Es scheint in diesem Zusammenhang problematisch, sich bei der Frage der Wehentätigkeit nur auf die Angaben der Mutter zu verlassen, die diese durch intensive Eigenbeobachtung und Buchführen über jede Kontraktion gewonnen hat.

d. Die objektiv registrierbare Wehentätigkeit

Die objektiv registrierbare Wehentätigkeit ist der Punkt, mit dem sich die vorliegende Arbeit im weiteren Verlauf näher befassen wird. Bei der Durchsicht der Literatur zeigt sich, daß immer noch keine Klarheit darüber besteht, wieviele Kontraktionen in Abhängigkeit vom Gestationsalter als noch physiologisch anzusehen sind. Der nachfolgende Blick in das Schrifttum mag dies deutlich machen.

III. Die Physiologie der Uterusmotilität

Wenige Fragen liegen auch heute noch in der Geburtshilfe so im Dunkeln, wie gerade die Physiologie der Gebärmutter. Die Fragen nach dem Wie und Warum des Geburtsbeginns müssen auch heute - nach einer kaum noch überschaubaren Forschungsarbeit unzähliger Geburtshelfer und Physiologen - letztlich unbeantwortet bleiben. Die Bedeutung der nervalen Steuerung (108), der Stellenwert einzelner Hormone, wie Oxytocin, Progesteron und Östrogenen (194), in neuerer Zeit auch der Prostaglandine, sowie der Einfluß vieler anderer Faktoren, können bis heute nur in Ansätzen beurteilt werden. Es kann daher nicht Aufgabe dieser Arbeit sein, die verschiedenen Theorien über den Geburtsbeginn, sowie die Kenntnisse über den Erregungsablauf hier zu referieren, sondern es muß diesbezüglich auf die Arbeiten von C a l d e y r o - B a r c i a (38, 39, 40), A l v a r e z (9,12, 13), C s a p o (48), J u n g (93, 94) und vielen anderen verwiesen werden. Die verschiedenen Theorien über den Geburtsbeginn sind besonders übersichtlich in dem Handbuchbeitrag von C r e t i u s (45) dargestellt, der auch die weitere Literatur zugänglich macht. Auch S e m m (194), B a u m g a r t e n (16), B o d e n (24) und M o s l e r (145) geben Übersichten über die Physiologie des Uterus und der Wehentätigkeit. Gleichzeitig legen sie eigene Untersuchungsergebnisse vor, deren Einordnung in ein Gesamtkonzept auch heute noch nicht in jedem Punkt gelingt (F i s c h e r (67)).

Im Folgenden soll daher nur kurz und rein deskriptiv auf jene Ergebnisse eingegangen werden, die sich mit der Wehentätigkeit während der Schwangerschaft befassen.

1. Der Ursprung der Uteruskontraktionen

Kontraktionen der Gebärmutter können mit verschiedenen tokographischen Verfahren etwa ab der 20. Schwangerschaftswoche registriert werden. Sie erzeugen einen intrauterinen Druck von 20 bis 30 mmHg und treten im Abstand von vielen Stunden auf. Ungefähr ab der 30. Woche werden die Abstände kürzer und der intrauterine Druck steigt auf rund 30 mmHg an. In der Literatur werden

diese vereinzelt auftretenden Kontraktionen im allgemeinen als B r a x t o n - H i c k s - Kontraktionen bezeichnet (38). Sie müssen als koordinierte Kontraktionen angesehen werden, für die nach A l v a r e z (40) ein Schrittmacher im tubo-uterinen Übergang verantwortlich ist. Es existieren zwei Schrittmacher - auf jeder Seite einer -, doch ist in der Regel nur einer dieser sogenannten "pacemaker" für die Erzeugung einer bestimmten Kontraktion verantwortlich. In der überwiegenden Mehrzahl gehen die Kontraktionen vom rechten Schrittmacher aus (38).

Daneben treten sogenannte A l v a r e z - Wellen auf, die auf unkoordinierten Lokalkontraktionen beruhen und bei einer Häufigkeit von 10 pro 10 Minuten einen intrauterinen Druck von 2 bis 3 mmHg erzeugen (67).

Mit denselben apparativen Methoden der externen Tokographie, wie sie auch zu den nachfolgenden Untersuchungen herangezogen wurden, war es gut möglich, zwischen A l v a r e z - Wellen und B r a x t o n - H i c k s - Kontraktionen zu differenzieren.

Abbildung 1 zeigt zwei B r a x t o n - H i c k s - Kontraktionen im Abstand von nur fünf Minuten. Das Kardiotokogramm wurde bei einer Patientin in der 31. Schwangerschaftswoche aufgenommen, die sich wegen drohender Frühgeburt in stationärer Behandlung befand. Einzelheiten des Falles sind der Beschreibung bei Abbildung 1 zu entnehmen.

Abbildung 2 zeigt typische A l v a r e z - Wellen bei einer ebenfalls wegen drohender Frühgeburt aufgenommenen Patientin in der 28. Schwangerschaftswoche. Auch hier können die Einzelheiten des Falles aus der Beschreibung zu Abbildung 2 entnommen werden.

2. Die physiologische Häufigkeit von Schwangerschaftskontraktionen

Die Literaturangaben über die physiologische Häufigkeit von Schwangerschaftskontraktionen sind, wie erwähnt, recht unterschiedlich. Darüber hinaus wird die Vergleichbarkeit der einzelnen Angaben für den, der nur einen raschen Überblick sucht, auch dadurch noch erschwert, daß in den einzelnen Veröffentlichungen

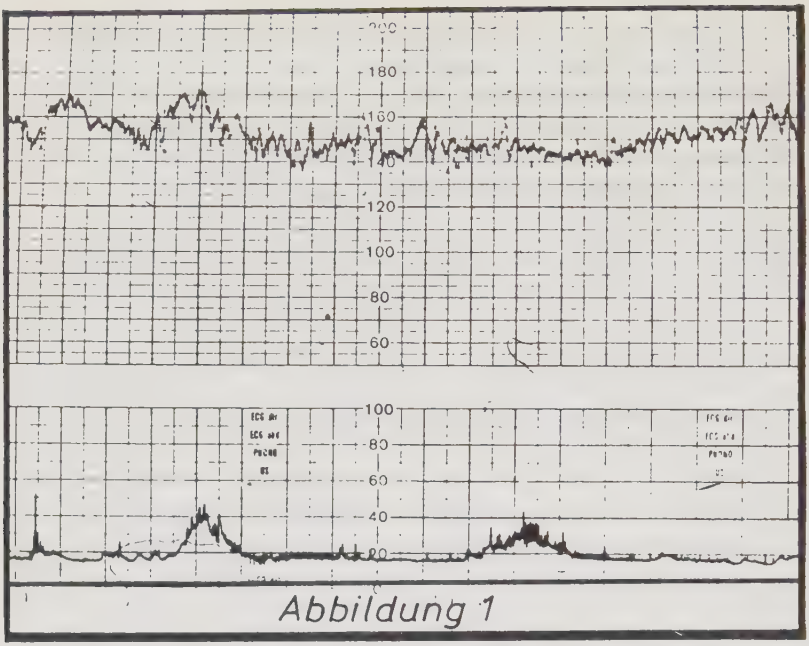


Abbildung 1

Abbildung 1: Zwei typische Braxton-Hicks-Kontraktionen. Solche Kontraktionen wurden bei der Auswertung der Langzeittokogramme berücksichtigt.
Bei dem Befund handelt es sich um das CTG einer 35-jährigen Erstgravida in der 30. SSW, Aufnahme am 4.10.80 wegen silenter Phasen und Kontraktionen im CTG des niedergelassenen Kollegen. Bei Aufnahme verkürzte Portio und zweifingerdurchgängiger Cervicalkanal. Eigen- und Familienanamnese leer. Im Langzeit-CTG 5,46 K/h. Tokolyse. Trotzdem zunehmend silente Phasen im CTG. Nach RDS-Prophylaxe mit Decortilen am 9.10.80 Sectio caesarea wegen drohender kindlicher Asphyxie. Entwicklung eines 1230 g schweren, sonst gesunden Mädchens. Apgar 4/7/9. Ursachen für die drohende Asphyxie und Frühgeburt konnten nicht gefunden werden.

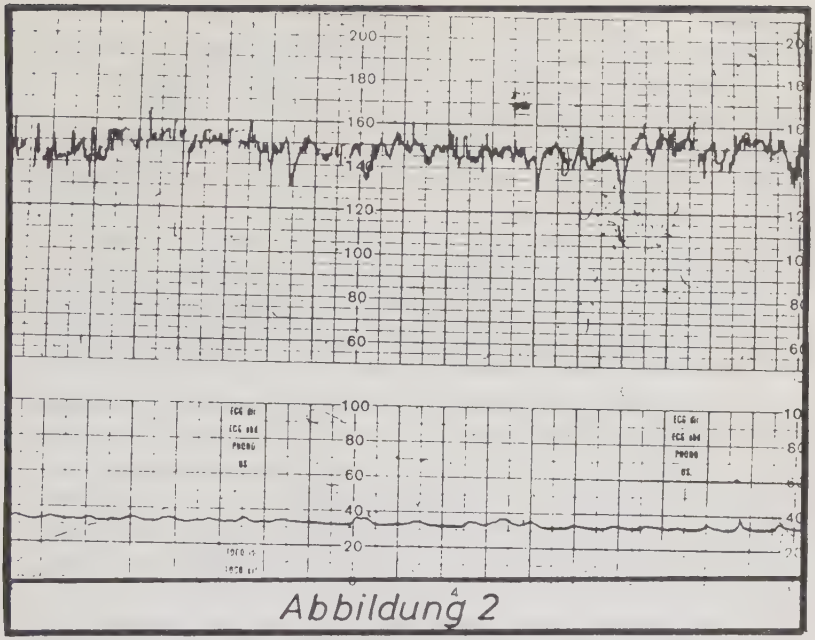


Abbildung 2

Abbildung 2: Alvarez-Wellen. Sie wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.
Bei dem Befund handelt es sich um das CTG einer 23-jährigen Zweitgravida. Erste Geburt 5 Wochen vor Termin. Anamnestisch zweimalige Therapie von Pyelonephritiden. Jetzt Aufnahme in der 28. SSW. Portio verstrichen, Muttermund 2 cm. Im Langzeit-CTG neben diversen Alvarez-Wellen 1,15 K/h. Tokolyse und Cerclage. Nach Absetzen der oralen Tokolyse in der 38. SSW Spontanpartus am Termin. Geburt eines 2900 g schweren, gesunden Mädchens, Apgar 8/9/10.

die Zahl der Kontraktionen auf ganz unterschiedliche Zeitintervalle bezogen wird. So findet man Angaben, die sich auf 10 Minuten beziehen (B a u m g a r t e n (89), M o s l e r (89), W e i d i n g e r (89), F u c h s (70)), solche, die 30 Minuten als Basis nehmen (L a n g r e d e r (113), S t o c k (207), R ü t t g e r s (178), S c h e n k (190), K o e p c k e (107)). Von B r u n s (36), C a l d e y r o - B a r c i a (41), M e l c h i o r (89) und Z a h n (225) wird die Zahl der Kontraktionen pro Stunde als Einheit gewählt. K l ö c k (105) und S a l i n g (180) wiederum beziehen sich auf Kontraktionen pro 24 Stunden. Um einen besseren Überblick zu verschaffen, sind in Tabelle 1 die Angaben der einzelnen Autoren zusammengestellt und daneben umgerechnet auf Kontraktionen pro Stunde angegeben.

Als weitere Schwierigkeit tritt dabei auf, daß in einigen Arbeiten darüber berichtet wird, ab welcher Kontraktionsfrequenz eine Indikation zur Tokolyse besteht, in anderen Abhandlungen wird aber nur die physiologische Kontraktionsfrequenz angegeben. In der Umrechnung in Tabelle 1 wird hierin nicht unterschieden, sondern es werden alle Angaben ohne Umrechnungsfaktor gegenübergestellt. Autoren, deren Angaben sich auf die physiologische Wehentätigkeit beziehen, sind in Tabelle 1 mit einem Stern gekennzeichnet.

Es liegt auf der Hand, daß die physiologische Wehentätigkeit wie jede natürliche Größe einer Streuung unterworfen ist. Eine Tokolyse wird man also erst dann beginnen, wenn die Wehenfrequenz außerhalb dieser Streuung liegt. Z a h n (225) hat für sein Zahlenmaterial Perzentilen aufgestellt. Liegt die Wehenfrequenz über der 97er Perzentile, so ist dies für Z a h n eine Tokolyseindikation. Um gewisse Vorstellungen zu geben, wie hoch der Umrechnungsfaktor von mittlerer physiologischer Wehentätigkeit auf Zahlenwerte, die eine Tokolyse zur Folge haben, ist, seien konkrete Zahlen angegeben, die aus der Graphik von Z a h n ermittelt wurden:

Nach Z a h n liegt die mittlere physiologische Wehentätigkeit (50er Perzentile) in Abhängigkeit vom Gestationsalter zwischen

0,38 und 2,2 Kontraktionen pro Stunde. Die 97er Perzentile bei Z a h n verläuft zwischen 1,0 und 3,3 Kontraktionen pro Stunde. Um Zahlenangaben über die physiologische Kontraktionsfrequenz mit solchen Angaben über die Tokolyseindikation vergleichen zu können, müßte man also - folgt man den Ergebnissen von Z a h n -, grob überschlägig einen Bewertungsfaktor zwischen 1,5 und 3 annehmen.

Wieder andere Autoren (J u n g (89)) wollen sich gar nicht auf eine feste Frequenz als Indikation zur Tokolyse festlegen. Für sie ist das Zusammentreffen von im Wehenschreiber objektivierbaren Uteruskontraktionen, subjektiv von der Schwangeren empfundenen Kontraktionen und Cervixbefund entscheidend.

Als einziger unterscheidet S a l i n g (180) auch noch zwischen verschiedenen Wehenlängen. In Anlehnung an das Partogramm nach S c h w a l m (192) differenziert er Wehenlängen von weniger als 40 Sekunden Dauer von solchen mit mehr als 40 Sekunden Dauer. Als Tokolyseindikation gelten für ihn entweder 10 Kontraktionen unter 40 Sekunden Dauer pro Tag oder mehr als 5 Kontraktionen mit einer Länge über 40 Sekunden pro Tag.

Weiterhin differenzieren einige Autoren in Abhängigkeit vom Gestationsalter. Dies wird in Tabelle 1 dadurch deutlich, daß eine Spannweite (z.B. 0,38 - 2,2 Kontraktionen pro Stunde) angegeben ist. Eine solche Unterscheidung berücksichtigt sicherlich richtige physiologische Gegebenheiten und sollte deshalb immer durchgeführt werden; jedoch fehlen bei den meisten Autoren entsprechende Angaben.

Bei der Durchsicht der Werte fällt auf, daß man die Angaben der einzelnen Autoren in zwei große Gruppen einteilen kann:

Die eine Gruppe (L a n g r e d e r , R ü t t g e r s , B a u m g a r t e n , M e l c h i o r , M o s l e r , W e i d i n g e r , S c h e n k und F u c h s) geben Werte von 6 und mehr Kontraktionen pro Stunde als noch physiologisch an, bzw. tokolysieren erst ab entsprechenden Werten. Die andere Gruppe (B r u n s ,

Autor und Jahr		Kontrakt. pro Zeiteinh	Kontrakt. pro Stunde
Bruns [36] 1959	*	1-2 bzw. 4-5 / h	1-2 bzw. 4-5
Caldeiro-Barcia [41] 1960	*	~1 / h	~1
Langreder [113] 1962	*	6-8 / 30 min	12-16
Stock [207] 1965	*	0,2-1,3 / 30 min	0,4-2,6
Rüttgers [178] 1972	*	3 / 30 min	6
Saling [180] 1972		5 bzw. 10 / 24 h	0,2 bzw. 0,4
Baumgarten [89] 1974		1 / 10 min	6
Jung [89] 1974		- siehe Text	-
Melchior [89] 1974		6 / h	6
Mosler [89] 1974		1 / 10 min	6
Weidinger [89] 1974		1 / 10 min	6
Klöck [105] 1975	*	10-15 / 24 h	0,4-0,6
Schenk [190] 1975	*	2,4-5,1 / 30 min	4,8-10,2
Koepcke [107] 1976	*	0,2-1,0 / 30 min	0,4-2,0
Fuchs [70] 1976		1 / 10 min	6
Zahn [225] 1978	*	0,38-2,2 / h	0,38-2,2

Tabelle 1

Tabelle 1: Angaben der verschiedenen Autoren über die Häufigkeit von Schwangerschaftskontraktionen. Autoren, die mit einem Stern gekennzeichnet sind, beziehen sich auf die physiologische Wehentätigkeit. Angaben ohne Stern wurden über die Indikation zur Tokolyse gemacht.

C a l d e y r o - B a r c i a , S t o c k , S a l i n g , K l ö c k , K o e p k e und Z a h n) liegt mit ihren Angaben wesentlich niedriger. Diese Autoren arbeiten mit Kontraktionsfrequenzen zwischen 0,4 und 2,6 pro Stunde, wobei Werte an der oberen Grenze nur nahe am Termin zugebilligt werden.

Diese Diskrepanz muß auf Dauer unbefriedigend erscheinen, bedeutet sie doch, daß an der einen Klinik eine Patientin eventuell schon tokolysiert wird, während sie in einer anderen Klinik vielleicht ohne jede Maßnahme wieder nach Hause geschickt würde. Oder anders ausgedrückt, es ist bis heute unklar, ob nicht einige Kliniken zu häufig zu der ja nicht nebenwirkungs- und risikofreien Tokolyse greifen oder andere Kliniken diese eventuell schwangerschaftserhaltende Therapie zu selten zum Einsatz bringen.

Eigene Messungen wollen hier versuchen, eine größere Klarheit zu schaffen. Aufgrund dieser Ergebnisse soll dann auch versucht werden, eine Antwort darauf zu finden, warum die Ergebnisse einzelner Autoren zum Teil so stark voneinander abweichen.

IV. Methoden der Wehenmessung

Obwohl die Tokographie als selbstständige Anwendung immer noch keinen Eingang in die Geburtshilfe gefunden hat, ist sie von ihren verschiedenen Methoden her ein altes Verfahren.

Dem späteren Rostocker Lehrstuhlinhaber Friedrich S c h a t z gebührt das Verdienst, die Tokographie in die Geburtshilfe eingeführt zu haben. Schon im Jahre 1872 gelang es ihm, Wehenkurven aufzuzeichnen, die auch heute noch durch ihre saubere Ausführung und ihre zeitlose Gültigkeit beeindrucken (187).

Der erste Versuch einer äußeren Wehenmessung geht auf den Heidelberger Gynäkologen Otto S c h ä f f e r zurück, der eine entsprechende Arbeit im Jahre 1896 veröffentlichte (186).

Bei der Durchsicht der verschiedenen Methoden, die Aktivität des Uterus meßtechnisch zu erfassen, kann man drei grundlegende Wege unterscheiden:

1. Elektrische Meßverfahren, die direkt die elektrischen Erregungsvorgänge der Gebärmutter erfassen: Elektrohysterographie.

2. Verfahren, bei denen eine Messung invasiv, d.h. intrauterin, intrarektal, intravesical, etc. durchgeführt wird: Invasive Verfahren.

3. Externe Meßverfahren, bei denen ein Tastkopf, etc. auf der Bauchdecke plaziert werden.

1. Elektrohysterographie

Bei erster Betrachtung scheint die direkte Messung der Uterusaktionsströme ein elegantes Verfahren zu sein, um die Aktivität des Uterus bestimmen zu können. Methodisch werden die Aktionsströme der Gebärmutter über die Bauchdecke der Schwangeren mit Elektroden abgeleitet und einem genügend empfindlichen Verstärker zugeführt. Solche Geräte stehen der Medizin schon relativ lange

in den Elektrokardiographie- (EKG-) und Elektroencephalographie-(EEG-) Geräten zur Verfügung. In Anlehnung an diese Verfahren wird die Messung der Uterusaktionsströme von manchen Autoren auch als Elektrohysterographie (EHG) bezeichnet.

B o d e (1931) (20) und C l a s o n (1934) (42) müssen als die ersten angesehen werden, die diese Methode durch Messungen am Ende der Eröffnungsperiode in die Geburtshilfe eingeführt haben. Neben D i l l und M a i d e n (51) haben vor allen Dingen S t e e r und Mitarbeiter (204, 205, 206) vielfältige Erfahrungen mit dieser Methode gesammelt und diverse Ergebnisse darüber vorgelegt. Auch einige andere Autoren haben versucht, mit diesem Verfahren tiefere Einblicke in die Physiologie der Uteruskontraktionen zu gewinnen (I n g e l m a n - S u n d - b e r g und L i n d g r e n (90), L e v i - S o l a l und Mitarb. (118), H a l l i d a y und Mitarb. (76, 77), L i s - s o w s k a j a (125), P r a s s o l i (161), S u r e a u und Mitarb. (208, 209), L a r k s und Mitarb. (114, 115), C o r e y und Mitarb. (44), H o n und D a v i s (85), R o t t i n g h u i s und W o l f s (173, 224) und C s a p o (49)), doch sind die Störquellen so zahlreich, daß sich das Verfahren nicht einführen konnte. Dies gilt auch, wenn man dazu übergeht, die Elektroden intravaginal oder sogar intrauterin zu plazieren. Die einfache Anwendbarkeit wird dadurch aufgegeben, ohne daß ein wesentlicher Gewinn in Bezug auf die Störungsfreiheit und Interpretierbarkeit der Methode zu erzielen wäre.

Die Störungen resultieren in erster Linie daraus, daß die Uteruspotentiale von anderen körpereigenen Spannungen, besonders Muskelpotentialen, überlagert werden.

Es bleibt abzuwarten, ob in Zukunft mit Verfahren der modernen Frequenzanalyse, wie sie schon bei der Technik des Abdominal-EKG (106) sehr erfolgreich angewendet werden, durchgreifende Verbesserungen bei der Elektrohysterographie zu erzielen sind.

2. Invasive Verfahren

a. Intrauterine, extraamniale Messung

Das Verfahren der intrauterinen Druckmessung geht auf den schon oben erwähnten Friedrich S c h a t z zurück, der im Jahre 1872 und in einer späteren Veröffentlichung im Jahre 1886 über Wehenkurven berichtet, die er dadurch gewonnen hat, daß er bei unter der Geburt stehenden Frauen einen etwa 80 cm^3 fassenden Ballon intrauterin, extraamnial eingeführt hat (187, 188, 189).

Die Methode selbst ist sogar noch älter und ist das erste Mal von F.A. K e h r e r (102) beschrieben worden, der jedoch keine eigenen Ergebnisse publiziert hat.

In den folgenden Jahren wurde die von S c h a t z angegebene Methode von zahlreichen Autoren dazu verwandt, nähere Einblicke in das Druck- und Wehenverhalten des Uterus zu gewinnen oder aber die Wirkung verschiedener Pharmaka auf den wehenden Uterus zu untersuchen. Es seien hier die Veröffentlichungen von S m o l s k o (201), H e i n r i c i u s (78), A c c o n c i (1), B e c h o w s z o w (18), K l i k o w i s c h (103), D ö n h o f f (53), H e n s e n (81), W a s e n i u s (215), P é l i s s i e r (155) und G u g g i s b e r g (72) genannt. Die Vielzahl der Publikationen zeigt, welch großes Interesse sich schon bald nach den ersten Veröffentlichungen an einer exakten Erfassung der Wehentätigkeit entwickelte.

Von P o u l l e t und P o l a i l l o n wurde die Methode durch einen zusätzlichen, rektal liegenden Katheter erweitert, wodurch sich die Autoren zusätzliche Informationen über das Druckverhalten im Abdomen erhofften (158, 159, 160).

Andere Autoren änderten die Methode S c h a t z dadurch ab, daß sie entweder einen wesentlich kleineren Ballon (2 cm^3) wählten (W e s t e r m a r k (216), H a h l (74), B o u r n e und B u r n (31, 32)) oder aber noch einen größeren Ballon (800 cm^3) im unteren Uterinsegment plazierten (R u c k e r (174), S a l e r n o (179)).

M a l i n o w s k y (137, 138) hat durch ein luftleeres Übertragungssystem und ein Quecksilbermanometer zur Aufzeichnung die Methode S c h a t z verbessern können, da dadurch Verzerrungen, die durch ein kompressibles Übertragungssystem entstehen, vermieden werden.

Von K a r l s o n (100, 101) wurde erstmals ein Verfahren vorgestellt, bei dem Druckrezeptoren direkt in der Gebärmutter plaziert werden. Er brachte mehrere Kohlegranularezeptoren zwischen Uteruswand und Fruchtblase. Damit gelang es ihm als erstem, die Aktivität des Uterus an mehreren Stellen gleichzeitig abzuleiten. Später führte I n g e l m a n - S u n d b e r g (91, 92) mehrere " strain-gauge " - Elemente in die Gebärmutter ein. Durch diese Arbeiten, die dann von L i n d g r e n (119, 120) fortgesetzt wurden, gelang es, wertvolle Einblicke in die Physiologie und Pathologie der Wehentätigkeit zu gewinnen : L i n d g r e n konnte das Verhalten des Uterus bei normaler Geburt (120), bei Cervixspasmus (121), bei Uterusflimmern (122) und bei hypotoner Wehenschwäche studieren (123). Dabei wurde mit verschiedenen " strain-gauge " - Elementen der Amniondruck und der Druck zwischen Uteruswand und kindlichem Schädel gemessen.

Mit der herkömmlichen Ballonmethode nach S c h a t z , aber mit mehreren Druckaufnehmern gleichzeitig, arbeiteten H o f f und B a y e r (17, 83) bei ihren Untersuchungen über die nervöse Steuerung der menschlichen Gebärmutter.

b. Intrauterine, intraamniale Messung (Fruchtwasserdruckmessung)

Erste Ergebnisse gehen auf W i e l o c h (217) zurück, der zuerst im Jahre 1927 sowohl bei normal graviden, als auch bei hydramniotischen Schwangeren transabdominal punktiert und statische Messungen vorgenommen hat. M a y e r (139) und später W o l f (223) haben ebenfalls transcutan punktiert und dabei auch schon Messungen vorgenommen, wie sich der Fruchtwasserdruck unter Pharmakaeinwirkung verhält. Auch B a i s c h (15) soll schon transabdominal punktiert haben, um Daten über das Druckverhalten des menschlichen Uterus unter der Geburt zu gewinnen.

Später wurde die Technik der transcutanen Punktion der Amnionhöhle ganz besonders von der Arbeitsgruppe um A l v a r e z und C a l d e y r o - B a r c i a dazu verwendet, verschiedenartige Studien über das Fruchtwasserdruckverhalten anzustellen. Sie haben ihre Ergebnisse in zahlreichen Veröffentlichungen niedergelegt (4, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 37, 39, 40) und damit wertvollste Einblicke in die Motilität der menschlichen Gebärmutter ermöglicht.

Als andere Möglichkeit des Punktionsweges wählten W i l l i a m s und S t a l l w o r t h y (218, 219) und später C a r e y (41) die transvaginale Punktion der Amnionhöhle mittels eines sogenannten Drew-Smythe-Katheters (Oxford-Methode). Bei dieser Technik wird ein flexibler, aber möglichst inkompressibler Katheter durch den mindestens fingerdurchgängigen Muttermund in die vorher intakte Fruchtblase eingeführt. Dabei soll die Punktion der Eihäute möglichst hoch erfolgen. Voraussetzung ist weiter, daß der Kopf des Kindes fest in das kleine Becken eingetreten ist, um die Amnionhöhle nach unten abzudichten.

B ö s c h und K ä s e r (26, 27, 28, 96) haben mit beiden Methoden gearbeitet, sind jedoch von der transabdominalen Punktion der Fruchthöhle ganz abgekommen, da sie die Gefahren - Gefäßverletzung, Peritonealreizung der Bauchhöhle durch Fruchtwasser, Fruchtwasserembolie - für zu hoch halten. Bei B ö s c h (26) findet sich auch ein sehr guter tabellarischer Überblick über die verschiedenen tokographischen Techniken und ihre einzelnen Autoren.

c. Intramurale Druckmessung

Neben Z i p p e l (227) müssen vor allen Dingen A l v a r e z und C a l d e y r o - B a r c i a genannt werden, die intramurale Druckmessungen an der menschlichen Gebärmutter vorgenommen haben. Letztere führten zunächst bei Kaiserschnitten, später aber auch transcutan sub partu feinste Ballonkatheter direkt in die Uteruswand ein (12, 38, 40). Durch die gleichzeitige Plazierung mehrerer solcher Katheter und die teilweise zusätzliche Messung des Fruchtwasserdruckes (40) erhielten sie Aufschluß über

die Erregungsfortpflanzung in der Gebärmutter. Auf ihren Untersuchungen basiert die Vorstellung von Schrittmachern ("pacemaker") im tubo-uterinen Übergang und von der Erregungsausbreitung über einen dreifach absteigenden Gradienten ("triple descending gradient") (38, 40). Leider findet sich in ihren Arbeiten kaum ein Hinweis auf etwaige Fehlermöglichkeiten und Probleme der Interpretierbarkeit dieser Methode: Die Frage, in wie weit die intramuralen Ballonkatheter eine Kontraktionstätigkeit erst auslösen, wird z.B. nicht angesprochen.

d. Extrauterine Meßverfahren

Die Arbeiten von P o d l e s c h k a und T h e m e s v á r y stellen den Versuch dar, sowohl die Probleme der externen Messung mit den dazwischenliegenden Bauchdecken, als auch die Probleme der Infektions- und Verletzungsgefahr invasiver Meßmethoden zu umgehen.

Bei seinen Bemühungen, die Rezeptoren möglichst nahe am Uterus zu plazieren, beschritt P o d l e s c h k a den Weg über die Harnblase: Nach Katheterisierung der Harnblase wird diese bis zu einem Druck von 15 cm Wassersäule - gemessen über Harnröhrenöffnung - gefüllt. Nach Anschließen des Katheters an ein Registriermanometer können durch eine Wehentätigkeit ausgelöste Druckschwankungen registriert werden. Entsprechend dieser Technik bezeichnet P o d l e s c h k a seine Methode Cystotokographie (157).

T h e m e s v á r y geht bei seinen Untersuchungen im Prinzip denselben Weg, den schon P o u l l e t und P o l a i l l o n (158, 159, 160) vorgezeichnet haben, indem sie z u s ä t z l i c h einen rektalen Katheter zu dem schon intrauterin liegenden eingeführt haben. Im Gegensatz zu letzteren verzichtet er jedoch ganz auf den intrauterinen Katheter. Der Ballonkatheter wird möglichst hoch in das Rektum eingeführt und mit 80 bis 100 cm^3 Wasser gefüllt. Auch auf diese Weise lassen sich Kontraktionen der Gebärmutter aufzeichnen (210).

Sowohl dieses, Proktotokographie genanntes Verfahren, als auch die

Cystotokographie konnten sich nicht durchsetzen. Dabei haben sicher auch ästhetische Gesichtspunkte eine Rolle gespielt: Es ist Kreißenden wohl kaum zuzumuten, daß sie routinemäßig katheterisiert werden oder gar über mehrere Stunden mit einem aus dem Anus kommenden Schlauch im Kreißbett liegen.

e. Cervixwehenmessung

Der Versuch, die Wirksamkeit der Wehen auf den Muttermund der Kreißenden meßtechnisch zu erfassen, geht auf S i e n e r zurück, der erste Versuche mit einem entsprechenden Gerät 1956 vorgestellt hat (196). Später hat er, zum Teil zusammen mit E m b r e y , mehrere Arbeiten vorgelegt, bei denen die Cervixwehenmessung teilweise auch noch durch äußere Wehenmessung ergänzt wurde (197, 198, 199, 200, 60).

Bei der Cervixwehenmessung wird die Muttermundsweite fortlaufend von einem zirkelähnlichen Taster, der in die Scheide eingeführt und an den Muttermundslippen festgeklemmt ist, gemessen und einer Registriereinrichtung zugeführt.

Auch dieses Verfahren konnte sich bis heute nicht in der Geburtshilfe etablieren, da der zusätzlich vermittelte Informationsgehalt nicht so groß ist, daß er einer diskontinuierlichen vaginalen oder rektalen Untersuchung wesentlich überlegen wäre.

f. Sonstige invasive Meßverfahren

Der Vollständigkeit halber seien hier auch noch Arbeiten erwähnt, bei denen sich die Autoren die noch in der Gebärmutter befindliche Plazenta für Druckmessungen in der Plazentarperiode zunutze gemacht haben.

Erwähnt werden sollen hier M o i r (142) und auch wieder A l v a r e z (7, 8), die über eine Kanüle in der Umbilikalvene Druckmessungen in der Plazentarperiode durchgeführt haben. Bei Gemini konnten sogar die Druckverhältnisse nach Geburt des ersten Zwillings über dessen Nabelschnur gemessen werden.

Druckmessungen am nicht graviden Uterus - zum Teil auch in der Puerperalperiode - sind nicht Gegenstand dieser Arbeit. Deshalb kann auf entsprechende Arbeiten von A d a i r und Mitarbeiter (2, 3), M o i r (140, 141, 142) und E m b r e y (56) nicht näher eingegangen werden.

3. Externe Verfahren

Die externe Tokographie geht auf den oben schon erwähnten Heidelberger Gynäkologen Otto S c h ä f f e r zurück, der im Jahre 1896 erstmals durch die Bauchdecken von Kreißenden hindurch Wehenkurven aufzeichnete (186). Er bediente sich dabei einer großen, bespannten Zinkblechpelotte, die das ganze vordere Abdomen bedeckte.

Daß ein Bedarf an Möglichkeiten der äußeren Wehenmessung schon vor bald hundert Jahren bestand, zeigt die Tatsache, daß schon im selben Jahr, in dem S c h ä f f e r sein Verfahren vorstellte, von B o u k o e m s k y (30) eine Arbeit publiziert wurde, in der dieser mit der externen Wehenmessung die Wirkung von Anästhetika (Äther und Chloroform) auf die Wehentätigkeit des Uterus untersuchte. Er benutzte eine Marey-Kapsel, die er auf dem Abdomen der Kreißenden befestigte. Technisch unbefriedigend an seinem Verfahren war vor allem die Luftübertragung auf die Registriereinrichtung. Durch die Kompressibilität des Übertragungsmediums waren Verzerrungen bei der Aufzeichnung unvermeidlich.

Im Jahre 1950 ist das Verfahren, mit einer Marey-Kapsel Wehen aufzuzeichnen, von A l v a r e z (10) noch einmal aufgegriffen worden. Eine sicherlich wenig erstaunliche Tatsache, wenn man bedenkt, daß die Arbeitsgruppe um A l v a r e z nahezu alle Techniken, sowohl der invasiven, wie auch der externen Tokographie zumindest einmal ausprobiert hat.

Eine kaum zu überblickende Vielzahl von Autoren hat Tokographen vorgestellt, bzw. damit gearbeitet, die nach dem Prinzip des Sklerotonometers aufgebaut sind. Erste Konstruktionsversuche in diese Richtung gehen auf R ü b s a m e n und Mitarbeiter (175, 176, 177) zurück. Spätere Arbeiten liegen von F a b r e (61),

Crodel und Leiser (46, 47, 117), Antoine (14), Dodek (52), Frey (68, 69), Kreis (109, 110, 111, 112), Vignes (214), Lóránd (Löwi) (125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134), Ebergényi (55), Rech (162, 163), Wolf (220, 221, 222), Embrey (56, 57), Moir (143, 144), Fenning (63, 64, 65), Murphy (150, 151), Scécsi (185), Sauter (182, 183, 184), Rothlin (172), Boden (21, 22, 23), Huber (56), Noack und Siener (152) und Vidacović (213) vor.

Das Sklerotonometer ist ein beweglicher Taststift, der sich in einem Führungsgehäuse befindet und entweder durch Gewichte oder aber durch Federkraft belastet wird. Es wird auf die Bauchdecken und damit auch indirekt auf den Uterus aufgesetzt. In der Wehenpause sinkt der Taststift dann in die Muskulatur ein und wird in der Wehe gegen das Gewicht, bzw. die Federkraft durch das "Hartwerden" des Uterus angehoben.

Ältere Geräte übertragen die Bewegungen des Taststiftes noch mechanisch auf die Registriereinrichtung, was durch die auftretende Reibung zwangsläufig zu Verzerrungen der Aufzeichnung führen muß, ja es ist sogar möglich, daß bei einigen Apparaten die Gesamtreibung so groß gewesen ist, daß schwächere Kontraktionen vollkommen unterdrückt wurden.

Rech (163) stellte jedoch im Jahre 1934 als erster ein Gerät vor, bei dem die Bewegungen des Taststiftes in elektrische Signale umgewandelt werden, und das sich durch sein reibungsfreies Übertragungssystem auszeichnet. Lediglich bei der Führung des Taststiftes, sowie in der Registrierapparatur konnten noch Reibungsverluste auftreten. Mit diesem Gerät war es möglich, über 18 Stunden dauernde, störunanfällige Tokogramme zu erstellen.

Fehlaufzeichnungen bei den Geräten, die nach dem Sklerotonometerprinzip arbeiten, können aber auch dann auftreten, wenn die maximale Hubhöhe des Taststiftes überschritten wird. Das Gerät kann dann eine weitere Anhebung nicht mehr registrieren und es kommt

zu charakteristischen Plateaus in der Wehenkurve, die somit ein Kunstprodukt darstellen. Der Überschreitung der maximalen Hubhöhe wäre dadurch zu begegnen, daß der Taststift stärker belastet wird. Jedoch sind diesem Vorgehen Grenzen gesetzt, weil Kontraktionen um so weniger gut aufgezeichnet werden, je höher die Feder- oder Gewichtsbelastung des Stiftes ist. Sehr schwache Kontraktionen können unter Umständen sogar gänzlich unterdrückt werden.

M ü l l e r vergleicht in einer 1958 veröffentlichten Arbeit (146) einen von H u b e r (86) konstruierten Tokographen, der nach dem oben beschriebenen Sklerotonometerprinzip arbeitet, mit einem Gerät von R e y n o l d s , das auf dem "strain-gauge"-Prinzip beruht. Das Prinzip des "strain-gauge" ist in der Physiologie seit langem bekannt und bietet den Vorteil, daß es nur Spannungen mißt. Bewegungen werden unterdrückt. Beim "strain-gauge"-Prinzip ist der Tastkopf kaum beweglich. Werden auf ihn Drücke ausgeübt, so wandelt er diese nahezu bewegungslos in Potentialschwankungen um. M ü l l e r kommt bei seinem Vergleich zu dem Ergebnis, daß das Tokodynamometer von R e y n o l d s (164) dem H u b e r ' schen Gerät (86) hinsichtlich der Wiedergabetreue der Tokogramme wesentlich überlegen ist. B o d e n und G e r t e i s (21, 23) können die Kritik M ü l l e r s an dem H u b e r ' schen Gerät nicht teilen und benutzen für ihre Untersuchungen über die Wirkung von Spasmolytika und bei der Durchführung des Oxytocin-Empfindlichkeitstestes das Gerät von H u b e r .

Mit dem Gerät von R e y n o l d s oder mit anderen Apparaten, die ebenfalls nach dem "strain-gauge"-Prinzip arbeiten, haben in der Folgezeit zahlreiche Autoren gearbeitet und darüber Ergebnisse vorgelegt: R e y n o l d s (165, 166, 167, 168, 169, 170, 171), C a l d e y r o - B a r c i a (36), D e l s o n (50), H e l l m a n n (79, 80), K a i s e r (97, 98), B r u n s (34, 35), E m b r e y (57, 58, 59), S h e r (195), B r ä u n l i c h (33), M ü l l e r (146, 147, 148, 149), B ö s c h und I k l é (25).

Noch einen Schritt weiter geht S m y t h (202, 203), der mit seinem "guard-ring"-Tokodynamometer versucht, die Wehentätigkeit nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ zu erfassen. Sein Gerät, das im übrigen auch eine mechano-elektrische Wandlung nach dem "strain-gauge"-Prinzip durchführt, wird so fest auf die Bauchdecken der Schwangeren aufgesetzt, daß die Bauchdecken und die Uteruswandung nahezu inkompressibel werden. Dadurch kann durch die Bauchdecken der Amniondruck gemessen werden. Obwohl S m y t h seine Versuche durch physikalische Berechnungen erhärten konnte, ist es im Einzelfall immer schwierig zu entscheiden, ob die Bedingungen für eine quantitative Messung erfüllt sind (146). Darüber hinaus bereitet das Gerät durch den starken Anpreßdruck der Schwangeren nicht unerhebliche Beschwerden.

Abschließend sei schon hier erwähnt, daß auch der bei eigenen Versuchen verwendete, serienmäßige Tastkopf des Kardiotokographiegerätes 8030A der Firma H e w l e t t - P a c k a r d nach dem "strain-gauge"-Prinzip arbeitet und damit die Gewähr für eine möglichst verzerrungsfreie und artefaktarme Wiedergabe der Wehentätigkeit bietet.

4. Wertigkeit der einzelnen Verfahren der Wehenmessung, Probleme und Grenzen

Die prinzipiell sehr eleganten Elektrohysterographieverfahren bleiben bis zum heutigen Zeitpunkt speziellen Fragestellungen vorbehalten, ja es muß sogar festgestellt werden, daß es bis heute nicht eindeutig gelungen ist, wirklich Ergebnisse zu liefern, die in jedem Fall klar interpretierbar sind oder die es gar gestatten würden, direkte elektrische Meßverfahren in die Routinebeurteilung der Uteruskontraktionen zu übernehmen.

Invasive Methoden werden prinzipiell immer mit Gefahren für die Gesundheit von Mutter und Kind verbunden bleiben. Im Verlaufe der Schwangerschaft kommen neben den auch unter der Geburt vorhandenen Risiken einer Keimeinschleppung in die Fruchthöhle noch die Gefährdung durch die eventuelle Induktion einer Frühgeburt,

die Verletzung oder Zerstörung der Fruchtblase oder sogar die Verletzung des Feten hinzu. Daraus leitet sich ab, daß diese Verfahren im Verlaufe einer Schwangerschaft nur bei ganz bestimmten wissenschaftlichen Fragestellungen und nur in kleinem Rahmen zur Anwendung kommen können. Dies muß festgestellt werden, obwohl naturgemäß invasive Meßverfahren die aussagekräftigsten Ergebnisse liefern, insbesondere dadurch, daß technische Schwierigkeiten heutzutage als gelöst gelten können.

Für Beobachtungen unter der Geburt haben sich jedoch transvaginale Punktionen der Fruchthöhle mittels eines "Drew-Smythe"-Katheters schon vielfach im Klinikalltag durchsetzen können, da sie einen genauen und auch quantitativ auswertbaren Einblick in das Wehenverhalten der Kreißenden gestatten. So lassen sich auf diesem Wege die verschiedenen Formen einer Dystokie (24) rasch und sicher diagnostizieren. Diese Verbreitung invasiver Verfahren unter der Geburt wurde erst in einer Zeit möglich, in der durch die moderne Infektionsprophylaxe und -therapie vaginale Manipulationen an der Kreißenden nicht mehr generell als obsolet angesehen werden müssen.

Die externe Tokographie bleibt somit zwangsläufig die Methode der Wahl bei der Wehenmessung während der Schwangerschaft. Sie hat in Verbindung mit der Kardiographie breiten Eingang in die geburtshilflichen Kliniken und auch Praxen der zivilisierten Welt gefunden. Technische Fragen der mechano-elektrischen Wandlung der Wehensignale können spätestens seit Einführung serienmäßiger Kardiotokographiegeräte einer großen Zahl von Firmen als gelöst gelten. Prinzipielle Schwächen des externen Meßverfahrens bleiben demgegenüber jedoch uneingeschränkt bestehen. Im Klinikalltag und ganz besonders sub partu fallen diese systemimmanenten Nachteile jedoch kaum ins Gewicht. Während des Schwangerschaftsverlaufes meistens deshalb nicht, weil hier in der überwiegenden Zahl der Schwangerschaften das vorrangige Interesse des überwachenden Arztes der Unversehrtheit des Feten gilt, die ihren Ausdruck in der Regelhaftigkeit des Kardiogrammes findet. Dem Tokogramm wird nur dann Bedeutung beigemessen, wenn deutliche Kontraktionen auf-

treten. Solche Kontraktionen sind aber, ebenso wie die Kontraktionen sub partu, meistens so stark, daß eine wesentliche Überlagerung durch Störgrößen kaum zu erwarten ist.

In dem Augenblick jedoch, in dem man während des Schwangerschaftsverlaufes Untersuchungen mit der externen Wehenmessung durchführen will, fallen die systembedingten Schwächen der Methode stärker ins Gewicht. Sie müssen bei der Arbeit mit der externen Tokographie berücksichtigt werden:

1. Durch die Zwischenschaltung der mütterlichen Bauchdecken, die ja im Einzelfall beträchtliche Dicke haben können, muß immer damit gerechnet werden, daß Kontraktionen geringer Intensität nicht mehr registriert werden. Dies wird um so stärker ins Gewicht fallen, je jünger die Schwangerschaft ist, da die Stärke der Kontraktionen mit dem Alter der Gravidität zunimmt. Da in frühen Tagen einer Schwangerschaft die Kontraktionsfrequenz darüber hinaus auch noch sehr niedrig ist, wird schon bei der Nichtregistrierung auch nur einer einzigen Kontraktion der Fehler bei der Berechnung der Zahl der Kontraktionen pro Zeiteinheit (Kontraktionsfrequenz) besonders hoch sein. Steigt mit dem Schwangerschaftsalter auch die Kontraktionsfrequenz, so hat die Nichtregistrierung einer einzelnen Kontraktion bei der Berechnung einen entsprechend geringeren Einfluß.

2. Die Bewegungen der Schwangeren und stärkere Kindsbewegungen können ebenfalls dazu führen, daß das Erkennen einer Kontraktion unmöglich wird. Es folgen daraus dieselben Berechnungsfehler, die schon unter 1. erläutert wurden.

3. Eine quantitative Aussage über die exakte Intensität und über die genaue Dauer der einzelnen Kontraktionen ist nicht möglich. Die Arbeiten von S m y t h (202, 203), die im Einzelfall vielleicht zu einer gegenteiligen Ansicht kommen, können und dürfen darüber nicht hinwegtäuschen. Die Wehenmessung muß sich auf eine reine Wehenzählung beschränken.

Bei Beachtung dieser Einschränkungen können jedoch auch mit den

Methoden der äußeren Wehenmessung gute und reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden.

V. Eigene Untersuchungen

1. Vorbemerkungen

Die eigenen Untersuchungen zielten darauf ab, mit Hilfe der Langzeittokographie nähere Einblicke in die Kontraktionsphysiologie und Pathologie des menschlichen Uterus zu gewinnen, wie sie bei einer kurzen Registrierdauer von nur einer halben oder einer Stunde nicht zu gewinnen wären. Insbesondere stand die Frage im Raum, ob die physiologischerweise auftretenden Schwangerschaftskontraktionen einer circadianen Rhythmik unterliegen. Weiterhin wurde versucht zu klären, warum die Angaben in der Literatur (siehe Seite 12) über die Häufigkeit von Schwangerschaftskontraktionen so unterschiedlich sind. Eigene Werte sollten ermittelt werden.

Zu diesem Zwecke wurden zwei Kollektive von Probandinnen gebildet. Die eine Gruppe sollte möglichst aus gesunden Graviden bestehen, während sich die Vergleichsgruppe aus Patientinnen zusammensetzen sollte, die wegen drohender Frühgeburt zur stationären Aufnahme kamen. Angestrebt wurde bei allen Probandinnen eine Registrierung der Wehentätigkeit über 24 Stunden.

Die Untersuchung an gesunden Schwangeren über jeweils 24 Stunden ist aber unter klinischen Bedingungen nicht durchführbar, da normalerweise gesunde Gravide während der Schwangerschaft nicht zur stationären Aufnahme kommen. Erst mit Einsetzen der Geburt stünden sie an einer Klinik zu Messungen zur Verfügung. Eine stationäre Aufnahme schon während der Schwangerschaft verbot sich aber schon allein aus Kostengründen, ganz abgesehen davon, daß die Einwilligung der Schwangeren nur schwer zu erhalten gewesen wäre. Jedoch auch Messungen im häuslichen Bereich, wie sie von Z a h n (225) bei seinen Untersuchungen durchgeführt wurden, kommen bei der Langzeittokographie nicht in Frage, weil die Schwangere während der Registrierdauer so viel wie möglich ruhig liegen soll, um eine einwandfreie Aufzeichnung zu gewährleisten. Im häuslichen Bereich sind solche Bedingungen aber nur in kleinen Zeiträumen von einer halben oder höchstens einer Stunde zu erzielen.

Darüber hinaus stehen handliche Tokographiegeräte, wie sie im ambulanten Bereich Verwendung finden, bis jetzt noch nicht mit Telemetrieeinrichtung zur Verfügung. Eine Telemetrieeinrichtung ist aber die Voraussetzung dafür, daß eine Langzeittokographie für die Probandin überhaupt erst zumutbar wird: Sie kann dann ihre notwendigen hygienischen und sanitären Belange, sowie ein Mindestmaß an Bewegung unter Weiterregistrierung des Tokogrammes verfolgen.

An die Stelle einer Gruppe gesunder Schwangerer mußten deshalb bei den folgenden Untersuchungen gravide Patientinnen treten, und zwar solche Patientinnen, von deren Krankheit man annehmen durfte, daß sie k e i n e n Einfluß auf die Motilität des Uterus und den Fortbestand der Schwangerschaft haben würden.

Auch die Abgrenzung des anderen Kollektivs stieß auf Schwierigkeiten: Die exakte Diagnose "drohende Frühgeburt" ist ja, wie oben ausführlich dargestellt, im Einzelfall oft sehr schwierig zu stellen. Eine genaue Zuordnung einer Patientin zu diesem Kollektiv ist folglich nicht immer eindeutig möglich. Ja, Ziel dieser Arbeit ist es doch gerade, einige Kriterien herauszuarbeiten, die eine exakte Diagnosestellung erleichtern. Es wäre deshalb unzulässig, bei diesem Kontrollkollektiv von Patientinnen mit drohender Frühgeburt zu sprechen; vielmehr müssen diese Patientinnen als Gravide angesehen werden, bei denen aufgrund der unter II/2, a-c angegebenen Kriterien, also Anamnese, Cervixbefund und subjektive Angaben der Mutter über Kontraktionen, der dringende Verdacht besteht, daß eine Frühgeburt droht. Träfe man diese feine, aber notwendige Unterscheidung nicht, so beginge man den Fehler, das Ergebnis einer Beweisführung für die Beweisführung selbst heranzuziehen.

2. Patientengut

a. Kollektiv I (Patientinnen ohne Frühgeburtsrisiko)

Bei 20 Patientinnen der Gruppe ohne Geburtsrisiko konnten 26 verwertbare Langzeittokogramme gewonnen werden. Bei weiteren sieben Patientinnen konnte kein verwertbares Tokogramm erstellt werden.

Dies hatte seine Ursache in drei Fällen in schweren technischen Defekten der Registrier- bzw. Telemetrieeinrichtung, die während der Aufzeichnung auftraten. In zwei Fällen bemerkten weder die Patientin noch das Pflegepersonal, daß die Batterie des Senders leer war. Schließlich tolerierten zwei weitere Patientinnen den Tastkopf für die Wehenregistrierung nicht, da er bei ihnen solche Beschwerden verursachte, daß er schon nach kurzer Zeit wieder entfernt werden mußte.

Die zwanzig in der Auswertung berücksichtigten Patientinnen waren wegen gänzlich unterschiedlicher Erkrankungen zur stationären Aufnahme gekommen (siehe Tabelle 2): Vier Patientinnen waren wegen einer Rh-Faktor-Dissonanz eingewiesen worden, drei wegen eines Diabetes mellitus, der in zwei Fällen latent war und bei einer Patientin in Form eines juvenilen insulinpflichtigen Diabetes behandlungsbedürftig war. Bei je zwei Patientinnen bestand eine Pyelonephritis, bzw. eine Schilddrüsenerkrankung. Die restlichen Erkrankungen traten jeweils einmal auf. Sie können Tabelle 2 entnommen werden.

Anlaß zur Kritik könnten wohl drei Fälle geben, da hier die Frage gestellt werden könnte, ob nicht doch ein Einfluß auf die Uterusmotilität vorgelegen habe:

1. Die Patientin mit dem Uterus bicornis. Diese Patientin zeigte jedoch bei zwei Registrierungen immer Kontraktionsfrequenzen, die unterhalb der dem Gestationsalter entsprechenden Durchschnittswerte lagen, wie sie uns von den anderen Patientinnen bekannt waren. Auch sonst boten sich keinerlei Anzeichen für eine drohende Frühgeburt oder eine vorzeitige Wehentätigkeit. Die Entbindung erfolgte elektiv in der 39. Schwangerschaftswoche durch Sectio caesarea bei Beckenendlage, nachdem durch Amniocentese die Reife des Foeten nachgewiesen war.

Der zweite Fall betrifft die Patientin mit der Schwangerschaft bei liegendem Intrauterinpessar. Auch hier konnten keine Zeichen einer drohenden Frühgeburt festgestellt werden. Schon vor Einweisung in die Klinik hätte ein auswertiger Kollege das IUD gezogen. Bei einer

Rhesusfaktor-Dissonanz	4
Diabetes mellitus (2 x latent, 1 x manifest)	3
Pyelonephritis	2
Schilddrüsenerkrankung (1 x Zustand nach Strumektomie, 1 x euthyreote Struma)	2
Zustand nach Commissurotomie bei Mitralvitium	1
Angeborenes Iriskolobom mit Subluxatio lentis, Vitium cordis (nicht näher bezeichnet)	1
chronische Glomerulonephritis	1
Placenta praevia	1
Hypophysenadenom mit leichter Hyperprolaktinämie	1
anamnestisches Risiko nach zwei vorausgegangenen Spontanaborten in der 10./11. SSW	1
Uterus bicornis	1
Schwangerschaft bei liegendem IUD	1
Placentarinsuffizienz	1
Summe	20

Tabelle 2

Tabelle 2: Erkrankungen der Patientinnen o h n e Frühgeburtenrisiko

später erfolgten Ultraschalluntersuchung war der Verdacht auf ein Hydramnion aufgekommen. Zur Abklärung wurde die Patientin eingewiesen. Bei der stationären Untersuchung konnte die Diagnose eines Hydramnion aber nicht sicher bestätigt werden. Leider konnte der Schwangerschaftsverlauf dieser Patientin nicht bis zu Ende verfolgt werden, da sie sich nach der Entlassung nicht wieder in der Universitätsfrauenklinik Frankfurt vorstellte.

3. Die Patientin mit der Placentarinsuffizienz. Es ist bekannt, daß schwerere Formen der Placentarinsuffizienz durchaus eine Früh-

geburt induzieren können. In dem vorliegenden Fall ergaben sich jedoch klinisch keinerlei Hinweise auf eine drohende Frühgeburt. Die registrierten Wehenfrequenzen lagen ebenfalls im Bereich der anderen, unauffälligen Patientinnen. Die Entbindung erfolgte in der 39. Schwangerschaftswoche durch Kaiserschnitt, nachdem im Kardiotokogramm zunehmend silente Phasen der kindlichen Herzfrequenzoszillation auftraten. Das weibliche Neugeborene war mit 1900 g Geburtsgewicht deutlich untergewichtig. Die Plazenta war stellenweise infarziert, so daß aufgrund dieser Befundkonstellation die Diagnose einer Plazentarinsuffizienz retrospektiv bestätigt werden konnte.

Aus den gemachten Ausführungen kann somit abgeleitet werden, daß eine Einordnung dieser drei Patientinnen in die Gruppe ohne Frühgeburtsrisiko durchaus gerechtfertigt erscheint.

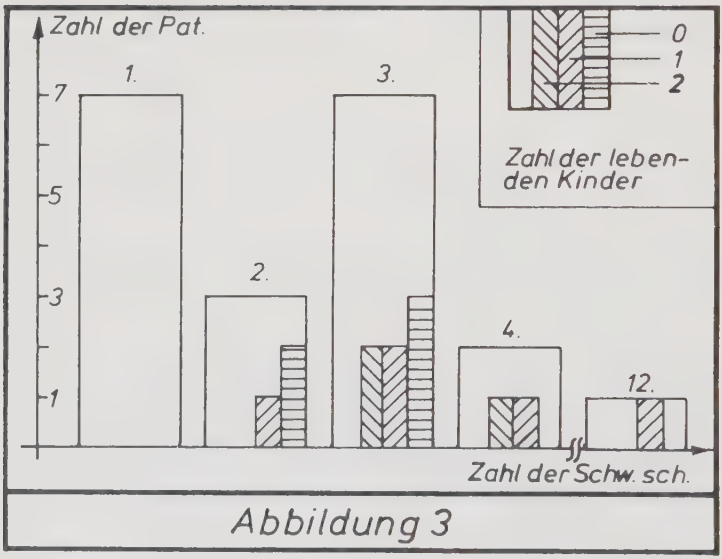


Abbildung 3: Zahl der Schwangerschaften (einschließlich der untersuchten) und der lebenden Kinder der Patientinnen o h n e Frühgeburtsrisiko

Von den 20 untersuchten Patientinnen des Kollektivs I bestand bei sieben die erste Schwangerschaft. Bei drei Patientinnen handelte es sich um die zweite, bei sieben Graviden um die dritte und bei zwei Graviden um die vierte Schwangerschaft. Eine Patientin war bereits zum zwölften Male schwanger (!). (Siehe Abbildung 3)

Die überdurchschnittliche Anzahl von Mehrgraviden läßt sich daraus erklären, daß in dem vorliegenden Kollektiv gehäuft Patientinnen zu finden sind, die aufgrund ihrer bestehenden Erkrankung zum Teil schon mehrfach Frühaborte bzw. Totgeburten erlitten haben. So hatten von den 13 Plurigraviden des Kollektivs nur fünf Patientinnen eine der stattgehabten Schwangerschaften entsprechende Anzahl gesunder Kinder (Abbildung 3):

Zwei von drei Zweitgraviden hatten einen Frühabort. In der Gruppe der Drittgraviden hatten immerhin von sieben Patientinnen nur zwei zwei gesunde Kinder. Zwei Patientinnen hatten wenigstens ein gesundes Kind, das andere war jeweils postnatal an einem Morbus haemolyticus neonatorum gestorben. Drei weitere Patientinnen hatten schon zwei Frühaborte hinter sich. Einmal lag der bestehende Uterus bicornis als Ursache nahe, zweimal blieb die Ursache occult, auch wenn bei der einen Patientin bei der stationären Durchuntersuchung ein latenter Diabetes mellitus diagnostiziert werden konnte.

Bei den Viertgraviden konnte eine der beiden Patientinnen auf zwei gesunde Kinder zurückblicken, das dritte war postpartal an einem Morbus haemolyticus neonatorum verstorben. Die andere Viertgravide war die Patientin mit dem juvenilen insulinpflichtigen Diabetes. Bei ihr wurden die ersten zwei Schwangerschaften unterbrochen, während aus der dritten Gravidität ein gesundes Kind lebt.

Und schließlich die Patientin mit der zwölften Schwangerschaft: Bei ihr lebte nur das Kind der ersten Gravidität. Danach folgten zehn Aborte mens II-IV und eine Totgeburt mens VIII. Ursache war in jedem Fall die bestehende schwere Rh-Faktor-Dissonanz. In der nun bestehenden Gravidität wurde mehrfach eine intrafoetale Aus-

tauschtransfusion durchgeführt, so daß diese Schwangerschaft glücklich beendet werden konnte.

Es stellt sich die Frage, ob sich Erst- und Mehrgravide in ihrem Kontraktionsverhalten so deutlich unterscheiden, daß eine getrennte Betrachtung erforderlich scheint. Aus den Untersuchungen von Z a h n (225) ergibt sich aber, daß das Wehenverhalten Erst- und Mehrgravider n i c h t signifikant unterscheidbar ist. Deshalb wurden bei der vorliegenden Untersuchung Erst- und Mehrgravide nicht gesondert ausgewertet.

b. Kollektiv II (Patientinnen mit Frühgeburtsrisiko)

In diesem Kollektiv konnten 24 verwertbare Langzeittokogramme bei 19 verschiedenen Patientinnen erstellt werden. Bei fünf weiteren Patientinnen war es nicht möglich, ein Tokogramm zu registrieren, das für diese Arbeit verwertbar gewesen wäre. Zweimal war technisches Versagen des Geräteaufbaues die Ursache der Störung. Drei Patientinnen zeigten schon kurz nach dem Start so starke Kontraktionen im Tokogramm, die sie auch selbst deutlich schmerzhaft wahrnahmen, daß man sich gezwungen sah, mit einem Tokolytikum therapeutisch einzugreifen und den Uterus so weit wie möglich ruhigzustellen. Diese drei Fälle konnten deshalb in der Auswertung nicht berücksichtigt werden.

In der Gruppe der Patientinnen mit Frühgeburtsrisiko tolerierten alle Patientinnen des Tastkopf, auch wenn einige über Druckbeschwerden klagten. Die größere Toleranz dieser Patientinnen hat ihre Ursache sicher darin, daß hier ein recht intensives Eigeninteresse an einer Registrierung der Wehentätigkeit besteht, die eine subjektive Wahrnehmung der Patientin objektiviert. Sie läßt eine Belastung durch die Registriereinrichtung eher in den Hintergrund treten.

Alle 19 Patientinnen waren mit dem Verdacht auf eine drohende Frühgeburt zur stationären Aufnahme gekommen. Durch gründliche Anamneseerhebung, Feststellung des Portiobefundes und durch Befragen der Schwangeren nach eventuell bemerkten Kontraktionen wurde dieser

Verdacht dann in der Klinik erhärtet. Es wurde schließlich so schnell wie möglich damit begonnen, ein Langzeittokogramm zu erstellen, um therapeutische Konsequenzen nicht zu lange hinauszuzögern. Für die exakte Durchführung dieser Untersuchungen war es ja nötig, daß während des Tokogramms k e i n e tokolytische Therapie durchgeführt wurde. Wie oben schon erwähnt, konnte diese Voraussetzung bei drei Patientinnen nicht aufrecht erhalten werden, da hier die klinischen und tokographischen Zeichen dazu zwangen, sehr rasch mit der Tokolyse zu beginnen. Diese drei Patientinnen wurden jedoch nicht in die Untersuchung mit aufgenommen.

Bei den übrigen 19 Patientinnen konnte die Registrierung ohne gleichzeitige tokolytische Therapie durchgeführt werden. Wurde in diesen Fällen doch eine Therapie erforderlich, so wurde die Registrierung nur bis zu dem Punkt in der Auswertung berücksichtigt, an dem ein Tokolytikum verabreicht wurde.

In diesem Kollektiv waren fünf Patientinnen zum ersten Male schwanger (Abbildung 4). Bei zwei dieser Patientinnen blieb die Ursache der vorzeitigen Wehentätigkeit occult. Bei einer Patientin lag eine Zwillingsschwangerschaft vor, eine Patientin war schon 35 Jahre alt und bei einer dritten Patientin waren zwei pflaumengroße intramurale Myome des Uterus bekannt.

Sechs Patientinnen waren zum zweiten Male schwanger. Sie hatten alle schon ein gesundes Kind. Hier blieb bei zwei Graviden die Ursache der drohenden Frühgeburt im Dunkeln. Bei drei Graviden handelte es sich schon bei der ersten Schwangerschaft um eine Frühgeburt. Bei einer Patientin könnte eventuell die bestehende EPH-Gestose zu einer vorzeitigen Wehentätigkeit geführt haben.

In der Gruppe der Drittgraviden hatte eine Patientin zwei unauffällige Schwangerschaften hinter sich, in der jetzt bestehenden Gravidität kam es ohne erkennbare Ursache in der 25. Schwangerschaftswoche plötzlich zum Blasensprung. Eine Patientin hatte ein lebendes Kind und eine Fehlgeburt in der Anamnese. Ursachen dieser Fehlgeburt waren nicht zu erheben. Zwei Patientinnen hatten bereits zwei Fehlgeburten hinter sich. Bei einer muß ein

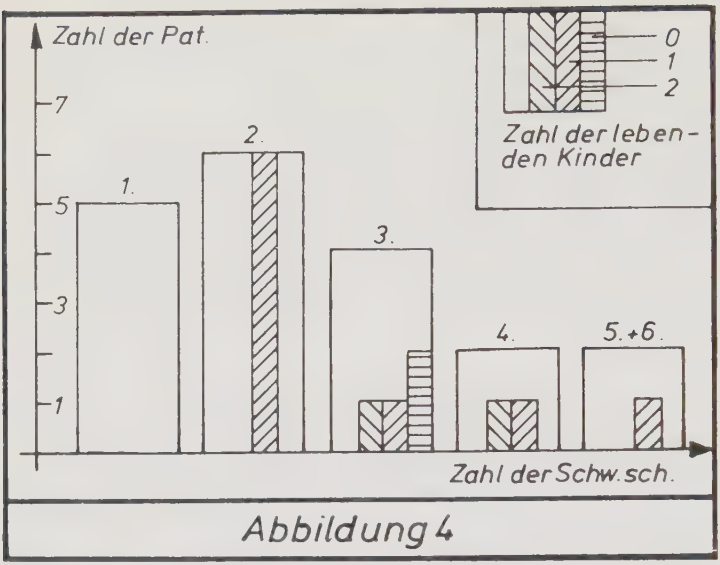


Abbildung 4: Zahl der Schwangerschaften (einschließlich der untersuchten) und der lebenden Kinder der Patientinnen m i t Frühgeburtsrisiko

Uterus subseptus als Ursache angesehen werden, bei der anderen blieb die Anamnese leer.

Von zwei Viertgraviden hatte die eine zwei lebende Kinder und eine Fehlgeburt hinter sich. In der jetzigen Schwangerschaft war es in der 34. Schwangerschaftswoche zum vorzeitigen Blasensprung gekommen. Bei der anderen Patientin waren in der Türkei zwei Kinder ohne feststellbare Ursache perinatal verstorben. Ein Kind lebt. Bei der Patientin waren rezidivierende Streptokokkenanginen mit rheumatoider Arthritis bekannt.

Die Fünftgravide hatte bereits vier Fehlgeburten hinter sich, ohne daß ein organisches Korrelat faßbar gewesen wäre. Dasselbe muß auch für die Patientin mit der sechsten Schwangerschaft gesagt werden, bei der nur das Kind aus der ersten Gravidität lebt, danach aber vier Schwangerschaften als Fehlgeburten endeten.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß in zwölf von 19 Fällen eine organisch faßbare Ursache der drohenden Frühgeburt nicht erhoben werden konnte. In den restlichen sieben Fällen konnte bei der Schwangeren jeweils eine bestehende Erkrankung diagnostiziert werden, die eventuell auslösend für die drohende Frühgeburt sein konnte.

3. Methode

Bei allen Patientinnen kam für die Registrierung der Tokogramme ein handelsübliches Kardiotokographiegerät der Firma H e w l e t t - P a c k a r d zum Einsatz. Das Gerät vom Typ 8030 A wurde in Verbindung mit dem Obstetrical Telemetry System 80210 A der gleichen Firma betrieben. Dadurch wurde erreicht, daß die Patientinnen während der gesamten Registrierdauer mobil waren. Ohne die Telemetrie wäre diese Voraussetzung nicht gegeben gewesen und die Durchführung der Versuchsreihen hätte wesentlich größere Schwierigkeiten verursacht.

Die Telemetrieeinrichtung ist für den Betrieb sub partu ausgelegt und überträgt deshalb normalerweise neben der Wehentätigkeit das direkt an der kindlichen Kopfschwarte abgeleitete Elektrokardiogramm. Da eine direkte Ableitungstechnik naturgemäß nur unter der Geburt möglich ist, mußte die Telemetrieeinrichtung auf unsere Erfordernisse speziell zugeschnitten werden:

Obwohl für die vorliegende Arbeit prinzipiell nur das Tokogramm von Bedeutung war, war es unmöglich, das Gerät ganz ohne Aufzeichnung der kindlichen Herztätigkeit zu betreiben. Dies hatte seine Ursache darin, daß die Anlage der Firma H e w l e t t - P a c k a r d nur mit einem Übertragungskanal arbeitet, der sowohl für die Übertragung der Kardiogramme, als auch der Tokogramme benutzt wird. Tokogramm und Kardiogramm werden zeitversetzt übertragen. Kommt es nun entweder im Kardiogramm oder im Tokogramm zu einer Störung, bzw. es erfolgt gar kein Anschluß, so bricht die ganze Übertragung zusammen. Deshalb wurde für unsere Zwecke ein Zwischenstecker speziell von H e w l e t t - P a c k a r d angefertigt, der es uns ermöglichte, anstelle des direkten EKG, das Abdominal-EKG des Kindes zu übertragen. Der Zwischenstecker wurde zwischen den

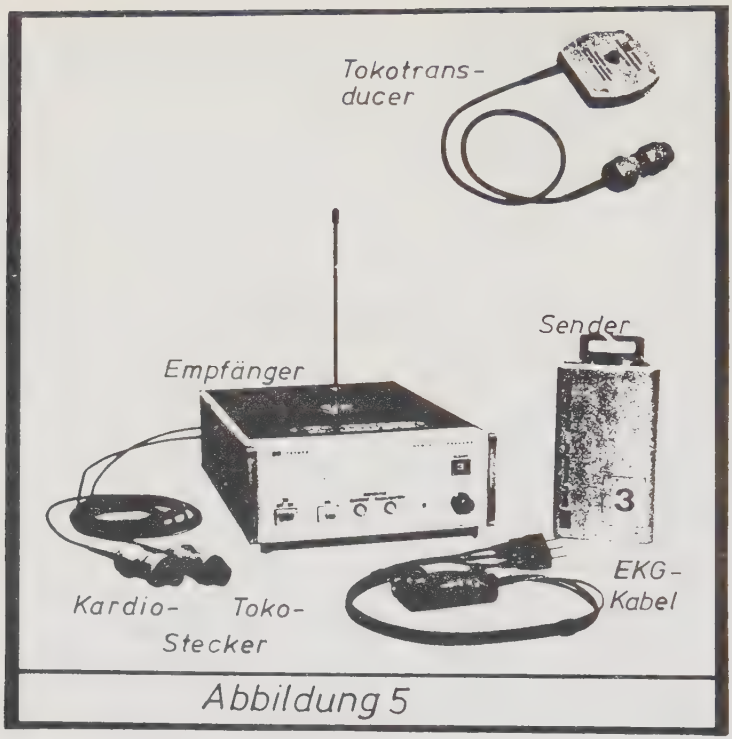


Abbildung 5: Telemetrieanlage der Firma H e w l e t t - P a c k a r d , Modell 80210 A
Anstelle des abgebildeten EKG-Kabels wurde ein dreiadriges EKG-Kabel ohne Kontaktplatte benutzt

grünen Kardiostecker der Telemetrieanlage 80210 A (siehe Abbildung 5) und den grünen Kardioeingang des CTG-Gerätes 8030 A geschaltet. Dadurch wurde erreicht, daß am CTG-Gerät die Anzeige "Abdominal-EKG" aufleuchtete und das ankommende Kardiogramm mit Hilfe der eingebauten Logik aufbereitet wurde. Es spielte dann keine Rolle mehr, ob das Signal des Abdominal-EKG so stark war, daß eine einwandfreie Auswertung durch die Logik möglich war. Ließ sich kein ausreichend starkes Abdominal-EKG ableiten, so wurden nur Jitter auf dem Papier aufgezeichnet. Ging jedoch eine der Klebeelektroden ab, oder hatten andere Stellen der Über-

tragung keinen einwandfreien Kontakt, so brach die gesamte Übertragung sowohl des Abdominal-EKG, als auch des Tokogrammes zusammen.

Bei der Plazierung der Elektroden wurden die Angaben von S a u e r (181) berücksichtigt, um eine möglichst optimale Ableitung des Abdominal-EKG zu gewinnen. In der Arbeit von S a u e r sind in hervorragender Weise Angaben darüber gemacht, wie sich Störeinflüsse auf das Abdominal-EKG weitgehend vermeiden lassen.

Eine Klebeelektrode wurde unmittelbar suprasymphysär, eventuell unter teilweiser Entfernung der Schambehaarung, angebracht. Mit einer Gummisuchelektrode wurde dann der Punkt der optimalen Registrierung gesucht. In den meisten Fällen war dies im Fundusbereich, und zwar in der Gegend des rechten Tubenwinkels. Sodann wurde die Suchelektrode durch eine Klebeelektrode ersetzt. Als Reverenzelektrode diente ebenfalls eine Klebeelektrode, die auf dem Oberschenkel der Patientin festgeklebt wurde. Dies war für die Patientin angenehmer und leichter zu handhaben, als die normalerweise für Abdominal-EKG und direktes Skalp-EKG übliche Metallplatte, die mit Kontaktgel versehen werden muß und mit Leukoplast an den Oberschenkel geklebt wird.

Der Wehenaufnehmer wurde in der Medianlinie etwa zwei Querfinger unterhalb des Fundus uteri plaziert. Die Lokalisation ergab sich daraus, daß im Fundusbereich die größten Spannungsänderungen während einer Kontraktion auftreten. Vor dem Auflegen wurde der Sender eingeschaltet und die Anzeigenadel am Sender in Mittelposition (silberner Strich) gebracht. Dann wurde am CTG-Gerät die Wehenanzeige auf Null abgeglichen (zu diesem Zeitpunkt befand sich das CTG-Gerät 8030 A mit dem angeschlossenen Empfänger noch im Zimmer der Patientin). Erst dann wurde der Wehenaufnehmer aufgesetzt. Dadurch ließ sich immer überprüfen, ob nach dem Anlegen der vom Hersteller vorgeschriebene Andruck von mindestens 200 g (Wehenanzeige am CTG-Gerät dann 20) gewährleistet war. Der Wehenaufnehmer wurde nun mit selbstklebender Verbandsfolie (Fixomull^{R}) fixiert. Zusätzlich wurde durch einen elastischen Schlauchverband (Bindanetz^{R}) der erforderliche Anpreßdruck sichergestellt.

Damit war der Geräteaufbau und das Anlegen des Senders beendet. Die Patientin wurde danach mit der Handhabung des Senders vertraut gemacht. Sie wurde darüber informiert, daß der Sender immer eingeschaltet sein müsse und wie sie feststellen könne, daß die Batterie leer sei. Das Wechseln der Batterie wurde mit der Patientin ebenfalls besprochen.

Während der Registrierung hatten die meisten Patientinnen den Sender neben sich im Bett liegen. Mußte die Schwangere einmal aufstehen, so führte sie den Sender entweder in der Tasche ihres Morgenmantels mit oder sie trug ihn mit dem zugehörigen Tragriemen über der Schulter. Die Patientin wurde jedoch angewiesen, die Aktivitäten außerhalb des Bettes auf ein Mindestmaß zu reduzieren, da während des Herumlaufens, etc. nicht immer gewährleistet war, daß die Aufzeichnung zufriedenstellend war, d.h. jede Kontraktion registriert wurde.

Abschließend wurde das CTG-Gerät aus dem Patientenzimmer entfernt und im Stationszimmer zur Registrierung angeschlossen. Dies hatte im wesentlichen drei Gründe:

1. Das Pflegepersonal konnte ständig kontrollieren, ob die Aufzeichnung einwandfrei funktionierte.

2. Die Patientin wurde durch eventuell sichtbare Kontraktionen nicht irritiert und verunsichert. Einige Schwangere hätten bei Verbleiben des Gerätes im Zimmer sicher ständig den Monitor fixiert und wären vielleicht psychisch belastet worden. Das registrierte CTG wurde jedoch nach Beendigung der Messung eingehend mit der Patientin besprochen!

3. Platzmangel im Patientenzimmer hätte bei Belassen des CTG-Gerätes im Raum nicht nur die betroffene, sondern auch Mitpatientinnen deutlich behindert.

Die Registrierung wurde so lange wie möglich durchgeführt, immer mit dem Ziel, eine Registrierdauer von 24 Stunden zu erreichen. Limitierender Faktor waren dabei meist Untersuchungen, die am

nächsten Tag bei der Patientin anstanden, geplante oder nicht geplante operative Eingriffe, aber auch viele technische Schwierigkeiten. Alle diese Dinge führten dazu, daß in vielen Fällen die Registrierdauer von 24 Stunden nicht ganz erreicht wurde.

4. Ergebnisse

a. Überprüfung der Kollektive

Nach Abschluß der Untersuchungen interessierte bei der Auswertung der Ergebnisse naturgemäß zunächst, ob die Patientinnen des Kollektivs I, also die Patientinnen, bei denen kein Frühgeburtsrisiko angenommen wurde, auch tatsächlich keine vorzeitige Wehentätigkeit entwickelten, die ein eventuelles Ausscheiden aus der Gruppe zur Folge gehabt hätte.

Von den 20 untersuchten Patientinnen dieser Gruppe bedurfte nur eine Schwangere einer tokolytischen Therapie. Es handelte sich dabei um eine Patientin mit Rh-Faktor-Dissonanz, bei der es in der 33. Schwangerschaftswoche plötzlich zum Blasensprung kam. Die Geburt ließ sich trotz der Tokolyse nicht mehr aufhalten, so daß bei Beckenendlage und erster Parität die Sectio caesarea vorgenommen werden mußte. Vor dem Blasensprung zeigte die Schwangere keinerlei Anzeichen für eine vorzeitige Wehentätigkeit, aber auch nach dem Blasensprung war die Wehenfrequenz noch wesentlich niedriger, als bei dem Durchschnitt der anderen Schwangeren dieses Kollektivs. Es muß deshalb angenommen werden, daß der Blasensprung in Zusammenhang mit den wiederholt vorgenommenen intrafoetalen Austauschtransfusionen steht. Das Verbleiben dieser Patientin in der Gruppe ohne Frühgeburtsrisiko kann deshalb meiner Ansicht nach vertreten werden, zumal die letzte Registrierung eines Langzeit-CTG zwei Wochen vor dem Blasensprung erfolgte.

Die übrigen 19 Patientinnen bedurften keinerlei tokolytischer Therapie. Von ihnen kamen elf nach einer Tragzeit von mehr als 38 Schwangerschaftswochen zur Niederkunft (Abbildung 6). Drei Patientinnen entbanden in der 38. Schwangerschaftswoche. Bei einer

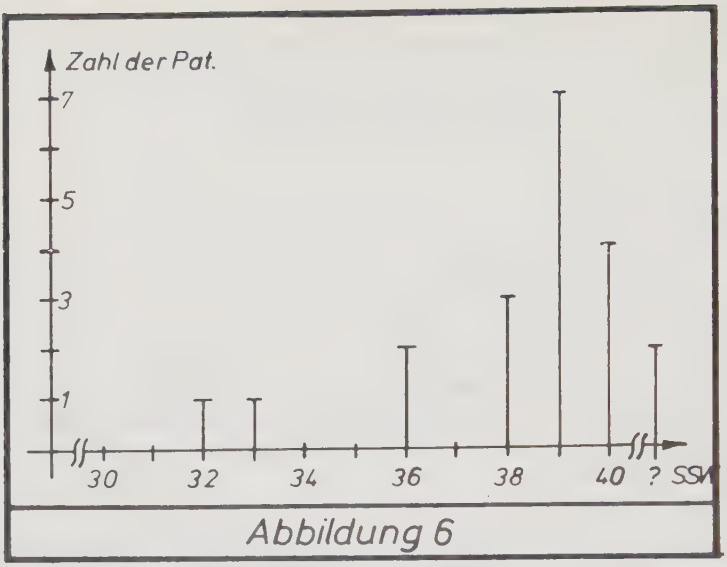


Abbildung 6: Entbindungstermine der Patientinnen o h n e Frühgeburtsrisiko

Schwangeren war die Geburt wegen des bestehenden Diabetes mellitus latens eingeleitet worden. Bei einer anderen Graviden mit Rh-Faktor-Dissonanz mußte die Sectio caesarea wegen drohender kindlicher Asphyxie vorgenommen werden. Bei der dritten Schwangeren schließlich, die in der 38. Schwangerschaftswoche entband, wurde die Sectio wegen des Uterus bicornis bei bestehender Beckenendlage und erster Parität vorgenommen. Zuvor war durch Amniocentese eine Reifebestimmung durchgeführt worden.

In der 36. Schwangerschaftswoche war man bei der Patientin mit der Plazenta praevia zur Sectio caesarea gezwungen, da es zu einer stärkeren Blutung kam. Bei der Patientin mit dem juvenilen insulinpflichtigen Diabetes zwang in derselben Schwangerschaftswoche eine drohende kindliche Asphyxie zur Schnittentbindung.

Bei einer Patientin mit Rh-Faktor-Dissonanz kam es trotz mehr-

facher intrafoeteler Austauschtransfusion in der 32. Schwangerschaftswoche zum intrauterinen Fruchttod, worauf die Schwangerschaft mit Prostaglandinen beendet wurde.

Zwei Patientinnen, und zwar die Patientin mit der Schwangerschaft bei liegendem Intrauterinpessar, sowie eine Gravide mit Pyelonephritis, kamen an der Universitätsfrauenklinik Frankfurt nicht zur Niederkunft, so daß sie bezüglich des Geburtsverlaufes und Termines nicht beobachtet werden konnten.

Es kann somit angenommen werden, daß die 20 Patientinnen des Kollektivs ohne Frühgeburtsrisiko ein Kontraktionsverhalten boten, das als repräsentativ für die normale Schwangerschaft gelten kann.

Bei dem Kollektiv II (Patientinnen mit Frühgeburtsrisiko) konnte nachträglich natürlich nicht mehr festgestellt werden, ob es tatsächlich in jedem Falle zur Frühgeburt gekommen wäre, da in jedem Einzelfall nach Beendigung der Registrierung selbstverständlich versucht wurde, die Schwangerschaft so lange wie möglich aufrechtzuerhalten. Die Entbindungstermine dieser Patientinnen sind der Abbildung 7 zu entnehmen. Sie zeigt, daß die tokolytischen Maßnahmen überwiegend erfolgreich waren. Nur zwei Patientinnen kamen in der 31. bzw. 32. Schwangerschaftswoche zur Niederkunft. Die anderen Graviden konnten ihre Schwangerschaft mindestens bis in die 35. Schwangerschaftswoche fortführen. Auffällig ist, daß immerhin vier Schwangere erst in der 41. und 42. Schwangerschaftswoche entbunden haben, nachdem doch bei allen Patientinnen die Tokolytika spätestens in der 38. Schwangerschaftswoche abgesetzt wurden.

Operative Entbindungsmethoden kamen besonders im Kollektiv I weit überdurchschnittlich häufig zur Anwendung. In diesem Kollektiv wurden von den 20 beobachteten Schwangerschaften 12 operativ beendet. Im Kollektiv II von 19 Schwangerschaften 5. Die Indikationen für die einzelnen Entbindungsverfahren können für beide Gruppen der Tabelle 3 entnommen werden.

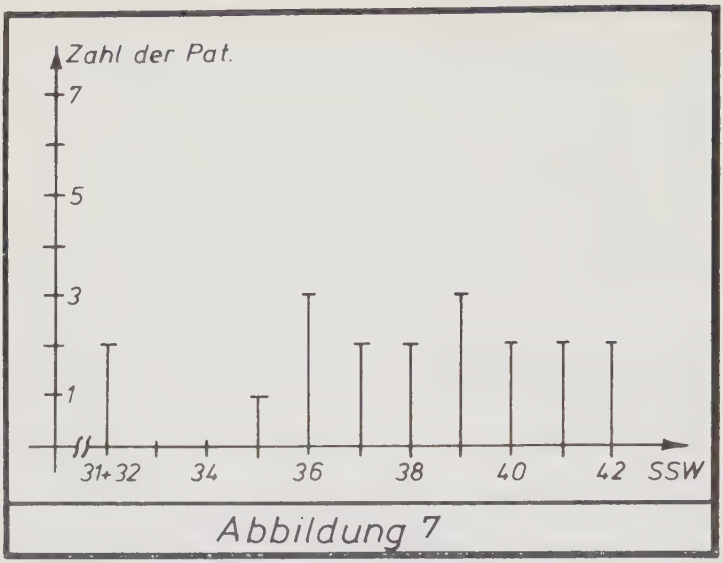


Abbildung 7: Entbindungstermine der Patientinnen m i t Frühgeburtsrisiko

Bei den Graviden ohne Frühgeburtsrisiko erklärt sich die hohe Zahl operativer Entbindungsmethoden zum großen Teil aus der Vorerkrankung der Mutter. Bei den Patientinnen mit Frühgeburtsrisiko stellt die Sectio caesarea die Methode der Wahl dar, wenn sich die Geburt tatsächlich nicht mehr durch Tokolyse, etc. aufhalten läßt. Sie bietet dem unreifen Kind das schonenste Geburtsverfahren.

a. Kollektiv I (Patientinnen ohne Frühgeburtsrisiko)	
Spontangeburten	4
Geburt per vias naturales nach Einleitung	2
Sectio caesarea wegen BEL und erster Parität	4
Sectio caesarea wegen drohender kindlicher Asphyxie	2
Sectio caesarea wegen Placenta praevia	1
Sectio caesarea wegen Geburtsstillstand in Beckeneingang	1
Primärer Forceps wegen Preßverbot für die Mutter aufgrund der bestehenden Erkrankung	2
Forceps bei Geburtsstillstand auf Beckenboden	2
Geburtsmodus nicht zu erruieren	2
	20
b. Kollektiv II (Patientinnen mit Frühgeburtsrisiko)	
Spontangeburten	14
Sectio caesarea bei BEL und erster Parität	2
Sectio caesarea wegen drohender kindlicher Asphyxie	1
Sectio caesarea wegen vorzeitiger Lösung der Placenta	1
Sectio caesarea als primäre Resectio	1
	19

Tabelle 3

Tabelle 3: Durchgeführte Geburtsverfahren und ihre Indikationen

b. Wehenfrequenz in Abhängigkeit vom Gestationsalter

Zunächst sollte für die Schwangeren ohne Frühgeburtsrisiko die physiologische Kontraktionshäufigkeit in Abhängigkeit vom Gestationsalter bestimmt werden:

Um bei der nicht allzu großen Zahl an Tokogrammen pro Schwangerschaftswoche zu einem aussagekräftigen Ergebnis zu kommen, wurden die Tokogramme aus jeweils drei Schwangerschaftswochen in eine gemeinsame Gruppe eingeordnet. Abbildung 8 zeigt diese Einteilung. Bei der Berechnung der Kontraktionsfrequenzen jedes einzelnen Tokogrammes wurden zunächst die jeweiligen Bruttoregistrierdauern ermittelt. Fehlzeiten, d.h. Zeiten, in denen keine einwandfreie Registrierung möglich war, wurden abgezogen. Schließlich wurden alle Kontraktionen gezählt. Nicht immer waren die Kontraktionen so eindeutig zu identifizieren, wie im Beispiel der Abbildung 1 (Seite 10), doch war mit einiger Erfahrung eine Auswertung gut möglich. Schließlich wurde aus der Zahl der Kontraktionen und der Nettoregistrierdauer die Zahl der Kontraktionen pro Stunde (K/h) berechnet.

Beispiel: Bruttoregistrierdauer: 1416 min
Fehlschreibung: 79 min
Nettoregistrierdauer: 1337 min
Zahl der Kontraktionen: 97
97 Kontraktionen/1337 min $\hat{=}$ 4,35 K/h

Für alle Tokogramme des betreffenden Schwangerschaftsabschnittes wurde der arithmetische Mittelwert ($\bar{x}$) berechnet. Diese Mittelwerte sind in Tabelle 4 aufgeführt, daneben auch jeweils der kleinste und größte Wert, Spannweite und Standardabweichung. Die Mittelwerte sind dann in Abbildung 8 eingetragen und durch eine durchgezogene Linie verbunden.

Für das Patientenkollektiv I (Patientinnen o h n e Frühgeburtsrisiko) ergeben sich somit Werte zwischen 0,15 K/h in der 26. bis 28. Schwangerschaftswoche und 2,52 K/h ab der 38. Schwangerschaftswoche. Bemerkenswert ist, daß die Kontraktionshäufigkeit nicht

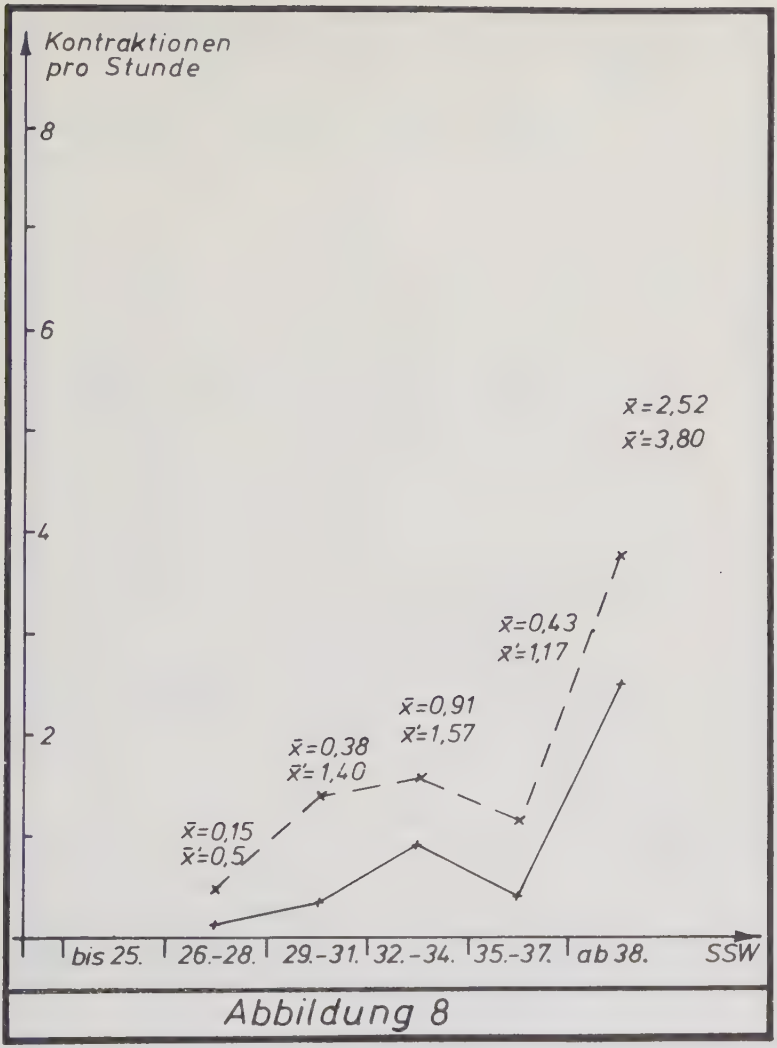


Abbildung 8: Physiologische Häufigkeit von Schwangerschaftskontraktionen, ermittelt aus den Kardiotokogrammen der Patientinnen o h n e Frühgeburtsrisiko. (——— und $\bar{x}$: Berechnung aus der Gesamtregistrierdauer, ------ und $\bar{x}'$: Berechnung aus der ersten Stunde der Registrierung)

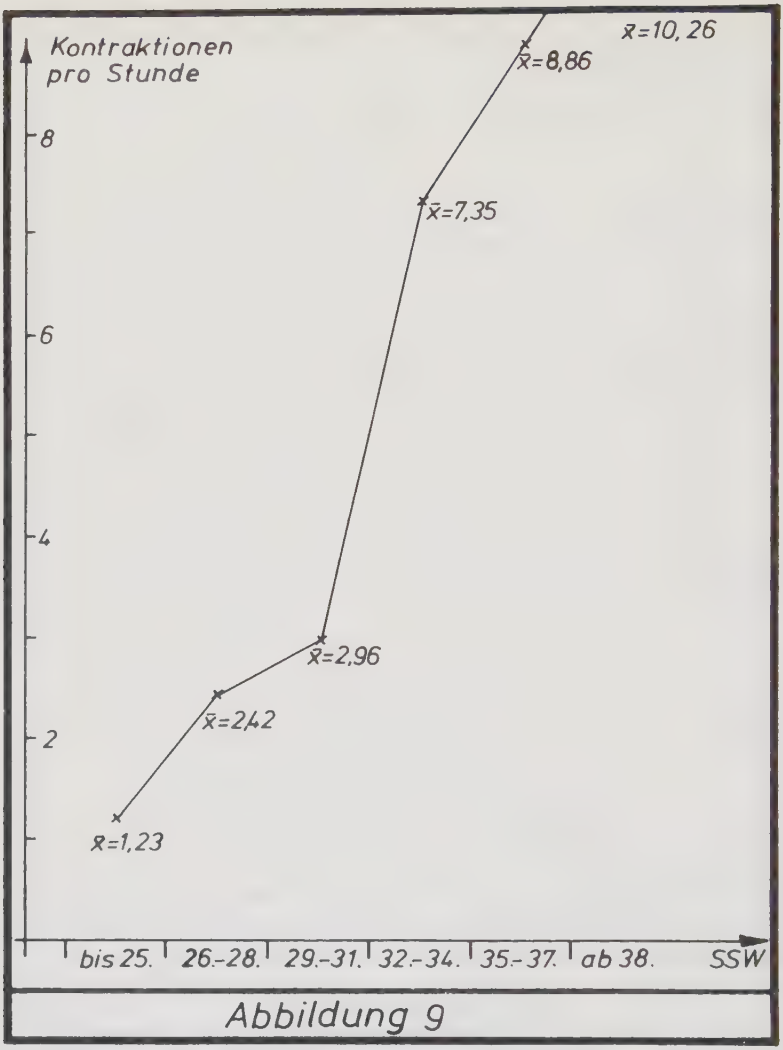


Abbildung 9: Häufigkeit von Schwangerschaftskontraktionen bei den Patientinnen **m i t** Frühgeburtsrisiko. (Berechnung aus der Gesamtregistrierdauer)

SSW	Kleinster Wert (K/h)	Größter Wert (K/h)	Spann-weite (K/h)	n	$\bar{x}$ (K/h)	s (K/h)
a. Kollektiv I (Patientinnen o h n e Frühgeburtsrisiko)						
bis 25.	-----	-----	---	--	---	-----
26.-28.	0,14	0,15	0,01	2	0,15	0,0071
29.-31.	0,18	0,61	0,43	5	0,38	0,17
32.-34.	0,13	1,30	1,17	8	0,91	0,60
35.-37.	0,32	0,56	0,24	6	0,43	0,08
ab 38.	1,02	4,35	3,33	5	2,52	1,38
b. Kollektiv II (Patientinnen m i t Frühgeburtsrisiko)						
bis 25.	0,24	2,21	1,97	2	1,23	1,39
26.-28.	0,14	10,62	10,48	6	2,42	4,11
29.-31.	0,73	8,18	7,75	7	2,96	2,85
32.-34.	2,13	17,31	15,18	3	7,35	8,63
35.-37.	0,18	17,26	17,08	5	8,86	7,45
ab 38.	10,26		0,00	1		

Tabelle 4

Tabelle 4: Häufigkeit von Schwangerschaftskontraktionen in beiden Kollektiven

kontinuierlich mit dem Gestationsalter zunimmt, sondern vielmehr in der 35. bis 37. Schwangerschaftswoche noch einmal rückläufig ist. Diese Rückläufigkeit ist statistisch signifikant (parametrischer t-Test für unverbundene Stichproben, a=0,1 , Berechnung siehe Anhang). Sie deckt sich, wie auch die absoluten Zahlenwerte, sehr gut mit den Ergebnissen, zu denen schon Z a h n (225) 1978 gekommen ist. Lediglich die Abnahme der Kontraktionsfrequenz findet nach Z a h n für Erstgravide schon früher, nämlich zwischen der 33. und der 35. Schwangerschaftswoche statt, während sie bei Multiparae ebenfalls in der 35. bis 37. Schwangerschaftswoche zu finden ist. Da in unseren Untersuchungen zwischen Erst- und Mehrgebärenden nicht unterschieden wurde, tritt zwangsläufig eine gewisse Überlagerung auf.

Zur Kontrolle wurde nun die entsprechende mittlere Kontraktionsfrequenz des betreffenden Schwangerschaftsabschnittes für die Patientinnen m i t Frühgeburtsrisiko berechnet. Diese Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 4 aufgeführt und dann in Abbildung 9 graphisch dargestellt. Die Berechnung der eingezeichneten Mittelwerte erfolgte in genau derselben Weise, wie bei den Graviden ohne Frühgeburtsrisiko.

Die mittlere Kontraktionsfrequenz bewegt sich hier zwischen 1,23 K/h bis zur 25. Schwangerschaftswoche und 10,26 K/h ab der 38. Schwangerschaftswoche. Die Kontraktionsfrequenzen liegen damit statistisch signifikant ü b e r den Kontraktionsfrequenzen der Patientinnen ohne Frühgeburtsrisiko (parametrischer t-Test für unverbundene Stichproben, a=0,1, Berechnung im Anhang). Lediglich für den Bereich der 26. bis 28. Schwangerschaftswoche ist das Ergebnis gerade nicht signifikant. Dies liegt an der geringen Zahl von Tokogrammen (n_1=2, n_2=6) und der großen Standardabweichung im Kollektiv der Patientinnen mit Frühgeburtsrisiko (s_1=0,0071, s_2=4,11).

Überhaupt sind im Kollektiv der Patientinnen mit Frühgeburtsrisiko die großen Unterschiede im Kontraktionsverhalten in jedem Schwangerschaftsabschnitt besonders auffällig (Tabelle 4). So hatte beispielsweise eine Patientin der Gruppe 29. bis 31. Schwangerschaftswoche nur 0,73 K/h, während eine andere Patientin schon 8,18 K/h vorzuweisen hatte. In der Gruppe ohne Frühgeburtsrisiko sind diese Unterschiede wesentlich geringer.

In der Gruppe m i t Frühgeburtsrisiko ist der Rückgang der Kontraktionsfrequenz zwischen der 35. und der 37. Schwangerschaftswoche nicht mehr zu finden. Vielmehr steigt hier die mittlere Häufigkeit der Schwangerschaftskontraktionen trotz der großen Spannweiten mit dem Gestationsalter kontinuierlich an.

c. Einfluß der Registrierdauer auf die Wehenfrequenz

Alle bisher vorgelegten Ergebnisse über die physiologische Wehenfrequenz (Seite 9 ff.) wurden aus kurzen Registrierdauern von einer halben oder höchstens einer Stunde berechnet. Auf die be-

trächtlichen Unterschiede in den Ergebnissen der einzelnen Autoren wurde weiter oben ausführlich hingewiesen. Nachdem es nun durch die Telemetrie möglich ist, über wesentlich längere Zeiträume als eine halbe oder eine Stunde zu registrieren, und dies bei den vorliegenden Ergebnissen erstmals geschehen ist, stellte sich die Frage, ob sich aus der längeren Registrierdauer andere Werte für die physiologische Kontraktionshäufigkeit errechnen, als aus einer kurzen:

Bei allen Tokogrammen der Patientinnen o h n e Frühgeburtsrisiko wurde neben der Berechnung der Kontraktionsfrequenz aus der Nettogesamtregistrierdauer (s.o.) auch die Kontraktionsfrequenz aus der e r s t e n Stunde der Registrierung bestimmt. Dazu wurde exakt die Anzahl der Kontraktionen während der ersten Stunde nach Start der Registrierung gezählt. Kam es bei einer Graviden während dieser Stunde zu Fehlschreibungen, so wurde der Stundenwert aus der fehlerfreien Registrierdauer und der Anzahl der Kontraktionen während dieses Zeitraumes hochgerechnet, falls die Fehlzeit nicht mehr als 20 Minuten betrug. Andernfalls wurde diese Patientin bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist in Abbildung 8 ($\bar{F}'$ und gestrichelte Linie) aufgetragen. Die Berechnung der Mittelwerte erfolgte genau wie bei der Berechnung der Kontraktionsfrequenz aus der Gesamtregistrierdauer, nämlich durch Mittelung aller Werte der Schwangeren eines Schwangerschaftszeitraumes.

Die Abbildung 8 zeigt, daß die Kontraktionsfrequenzen bei der Berechnung aus der ersten Registrierstunde deutlich ü b e r den Kontraktionsfrequenzen liegen, die sich aus der Gesamtregistrierdauer errechnen.

Bei der statistischen Überprüfung (parametrischer t-Test, a=0,1, Berechnung im Anhang) findet sich eine Signifikanz für die 26. bis 28. und die 29. bis 31. Schwangerschaftswoche, während die Unterschiede ab der 32. Schwangerschaftswoche nicht mehr signifikant sind. Die Ursache dafür ist in den großen Streuungen der Werte für die erste Stunde zu suchen. Bei der geringen

Kontraktionsfrequenz der Patientinnen ohne Frühgeburtsrisiko ergeben sich naturgemäß bei der Betrachtung nur einer Stunde besonders große Streuungen. Einige Gravide hatten während dieser ersten Stunde keinerlei Kontraktionen, während andere Schwangere gerade in der ersten Stunde häufigere Kontraktionen zeigten.

Es ist deshalb meiner Ansicht nach erlaubt, trotz der teilweise fehlenden statistischen Signifikanz als gesichert anzunehmen, daß eine Messung über einen langen Zeitraum zu deutlich geringeren Kontraktionsfrequenzen führt, als eine Messung über einen kurzen Zeitraum von einer Stunde oder gar nur einer halben. Mögliche Gründe dafür müssen noch diskutiert werden.

d. Circadiane Rhythmik von Schwangerschaftskontraktionen

Die Frage nach einer eventuellen circadianen Rhythmik von Schwangerschaftskontraktionen ist in jüngster Zeit aufgekommen, weil sie unter Umständen zu therapeutischen Konsequenzen bei der tokolytischen Therapie führen könnte (75). Es könnte sich z.B. als vorteilhaft erweisen, eine entsprechende Therapie in ihrer individuellen Dosierung einer solchen Rhythmik anzupassen.

In beiden Kollektiven wurde die Kontraktionsfrequenz in Abhängigkeit von der Tageszeit berechnet:

U n a b h ä n g i g vom Gestationsalter wurden in den beiden Gruppen die gemessenen Kontraktionszahlen in jeder Stunde festgestellt und dann gemittelt. Lag bei einer Patientin keine fehlerfreie Aufzeichnung über die gesamte Stunde vor, so wurde der Stundenwert aus der fehlerfreien Registrierzeit hochgerechnet, vorausgesetzt, die Fehlzeit pro Stunde betrug nicht mehr als 20 Minuten. In diesem Fall wurde die Registrierung für diese Stunde nicht berücksichtigt. Daraus resultiert für jede Stunde eine andere Anzahl an ausgewerteten Tokogrammen (Tabelle 5).

Beispiel: In der Gruppe ohne Frühgeburtsrisiko lagen im Zeitraum von 12-13 Uhr 24 Messungen vor. Bei 21 Patientinnen konnte während der ganzen Stunde registriert werden, bei drei Patientinnen traten

Fehlzeiten auf. Zwei dieser Patientinnen hatten während der fehlerfreien Registrierdauer von 42 bzw. 53 Minuten keine Kontraktionen, so daß sich bei ihnen eine Kontraktionsfrequenz, bezogen auf die gesamte Stunde, von Null Kontraktionen ergibt. Eine Patientin hatte während 32 fehlerfreier Registrierminuten 2 Kontraktionen, die Kontraktionsfrequenz dieser Graviden beläuft sich also auf 4 Kontraktionen pro Stunde, immer im Zeitraum zwischen 12 und 13 Uhr. Aus diesen Kontraktionsfrequenzen und den Werten der übrigen Schwangeren der Gruppe errechnet sich dann ein Mittelwert von 1,29 K/h für die Zeit zwischen 12 und 13 Uhr. Alle Werte, sowie die Standardabweichungen, können für beide Kollektive der Tabelle 5 entnommen werden.

Graphisch ist die Abhängigkeit der Kontraktionsfrequenz von der Tageszeit für das Kollektiv I (ohne Frühgeburtsrisiko) in Abbildung 10 und für das Kollektiv II (mit Frühgeburtsrisiko) in Abbildung 11 aufgetragen. Es muß darauf geachtet werden, daß hier die Angabe absoluter Kontraktionsfrequenzen nur als Orientierung dienen kann, da sich ja die Mittelwerte für die einzelnen Uhrzeiten aus Einzelwerten zusammensetzen, die in gänzlich unterschiedlichen Gestationsaltern ermittelt wurden. Die Zahlenwerte zeigen jedoch, daß die Patientinnen m i t Frühgeburtsrisiko mit ihren Wehenfrequenzen auch bei dieser Betrachtung wesentlich ü b e r den Schwangeren o h n e Frühgeburtsrisiko liegen. Dieser Unterschied ist hochsignifikant (parametrischer t-Test, a=0,05, Berechnung im Anhang).

Betrachtet man nun zunächst die Patientinnen, die ein physiologisches Kontraktionsverhalten aufzuweisen haben (Kollektiv I), so fällt auf, daß Phasen relativer Ruhe mit Phasen höherer Kontraktionsbereitschaft abwechseln. Besonders der Gipfel zwischen 22 Uhr abends und 4 Uhr morgens ist deutlich erkennbar, daneben aber auch eine vermehrte Kontraktionsbereitschaft von etwa 9 Uhr bis ungefähr 13 Uhr. Diese beiden Phasen höherer Kontraktionsbereitschaft sind statistisch signifikant gegenüber Abschnitten der Ruhe etwa zwischen 15 Uhr und 19 Uhr, besonders aber morgens zwischen 5 Uhr und 9 Uhr (parametrischer t-Test, a=0,1, Berechnung siehe Anhang).

Bei den Graviden, die wegen einer drohenden Frühgeburt zur Aufnahme kamen (Abbildung 11), findet man ein etwa gleichmäßiges Ver-

Uhr-zeit	ohne Frühgeburtsrisiko Kollektiv I			mit Frühgeburtsrisiko Kollektiv II		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
8- 9	9	0,11	0,33	14	3,21	3,45
9-10	11	1,55	1,57	13	5,31	5,34
10-11	13	0,92	1,19	17	5,71	6,20
11-12	21	1,19	1,54	18	4,89	5,92
12-13	24	1,29	1,52	20	6,10	7,48
13-14	23	0,96	1,43	23	4,65	5,79
14-15	25	0,84	1,40	23	4,52	6,18
15-16	25	0,48	1,42	24	5,17	6,05
16-17	23	0,61	1,34	24	3,75	5,05
17-18	24	0,92	1,82	22	5,77	8,21
18-19	24	0,67	1,37	23	5,87	7,05
19-20	24	0,96	1,63	23	5,26	6,60
20-21	25	0,96	1,59	22	6,09	7,43
21-22	24	1,08	1,53	22	6,00	6,71
22-23	25	1,16	1,11	22	6,50	8,03
23-24	24	1,75	1,82	21	6,76	8,39
24- 1	23	1,61	1,64	21	5,33	7,16
1- 2	21	1,00	1,45	20	4,25	5,99
2- 3	21	1,29	1,93	18	4,11	4,30
3- 4	20	0,70	1,42	17	5,06	6,17
4- 5	17	0,94	1,68	16	4,25	7,08
5- 6	18	0,89	2,14	16	3,75	6,23
6- 7	16	0,56	0,89	14	3,14	3,23
7- 8	12	0,25	0,62	13	2,92	2,36

Tabelle 5

Tabelle 5: Circadiane Rhythmik der Schwangerschaftskontraktionen in beiden Kollektiven

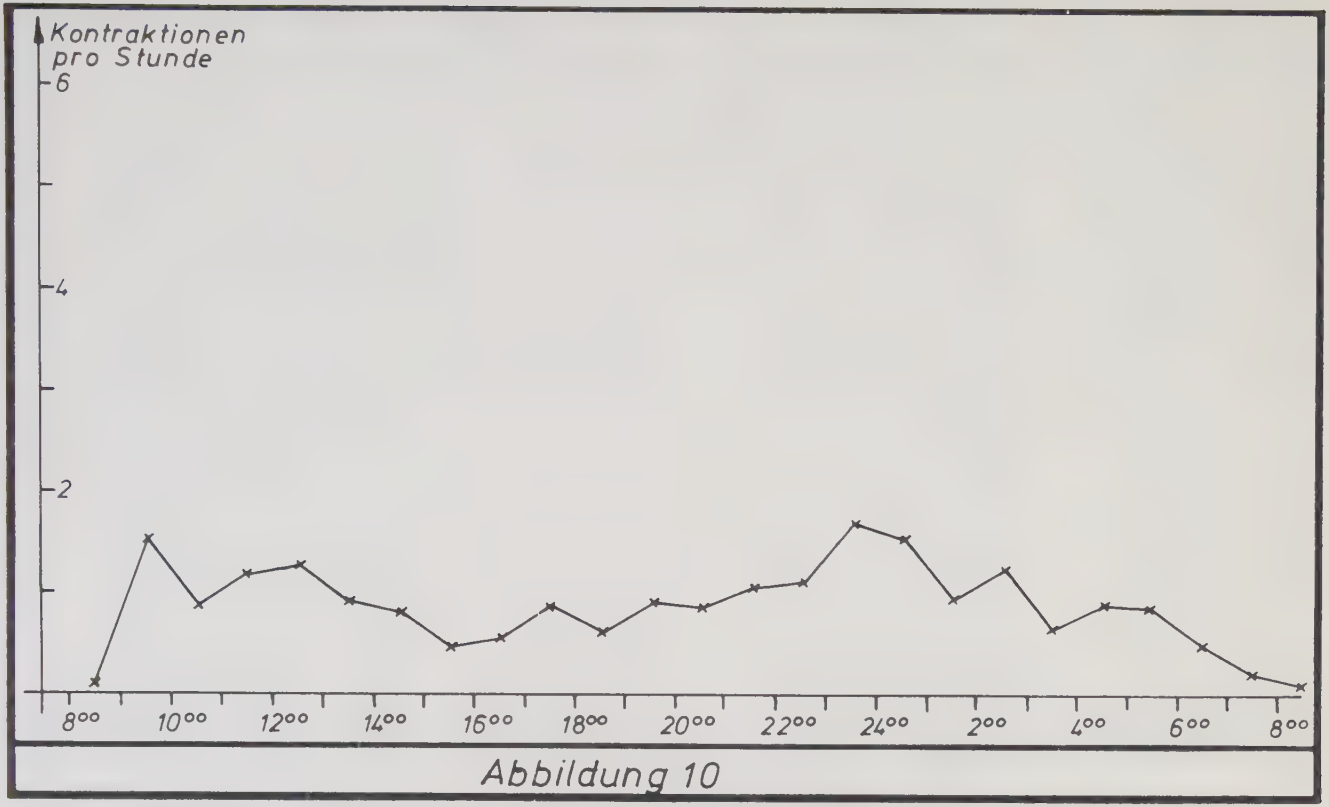


Abbildung 10

Abbildung 10: Circadiane Rhythmik von Schwangerschaftskontraktionen bei den Patientinnen o h n e Frühgeburtsrisiko

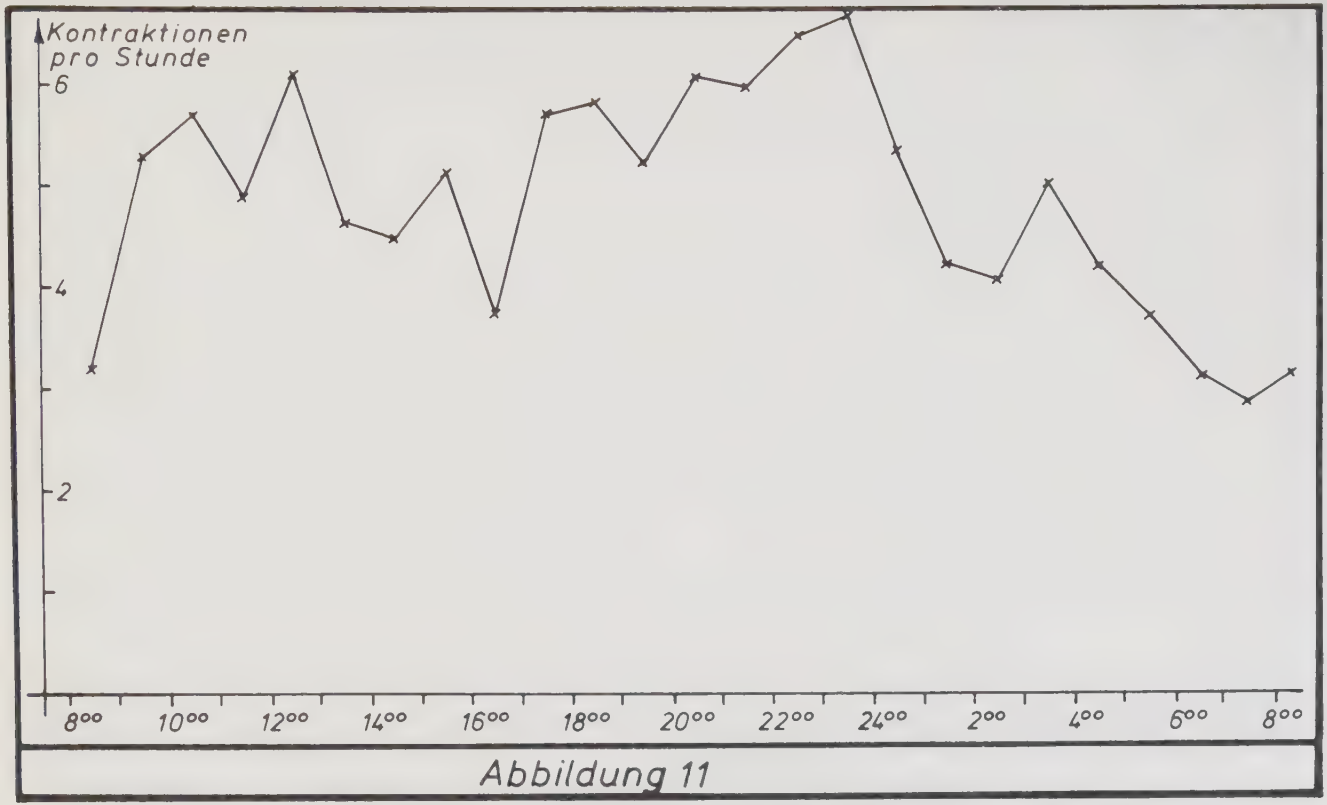


Abbildung 11: Circadiane Rhythmik von Schwangerschaftskontraktionen bei den Patientinnen m i t Frühgeburtsrisiko

teilungsmuster im Kontraktionsverhalten von 9 Uhr morgens bis 24 Uhr nachts, eventuell mit leicht ansteigender Tendenz in den Nachtstunden. Nur in den Morgenstunden, von 3 Uhr bis gegen 8 Uhr sinkt die Kontraktionsbereitschaft deutlich. Durch die großen Standardabweichungen bei den Patientinnen mit Frühgeburtsrisiko ist dieses Absinken der Kontraktionsbereitschaft aber nicht signifikant (ebenfalls parametrischer t-Test, a=0,1, Berechnung im Anhang).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das Kontraktionsverhalten von Schwangeren einer circadianen Rhythmik unterworfen ist, die besonders darin ihren Ausdruck findet, daß die Stunden zwischen 3 Uhr und 8 Uhr morgens eine Phase deutlicher Ruhe darstellen, während etwa von 20 Uhr bis gegen 1 Uhr morgens mit vermehrter Kontraktionstätigkeit gerechnet werden muß. Diese Rhythmik findet sich sowohl bei Patientinnen, bei denen eine vermehrte Wehentätigkeit mit drohender Frühgeburt vorliegt, als auch bei Graviden, die bezüglich ihres Wehenverhaltens vollkommen unauffällig sind.

Bei der e i n z e l n e n Schwangeren ist das Tagesprofil jedoch unter Umständen gänzlich ungleichmäßig und sogar der oben beschriebenen Rhythmik entgegenlaufend. Als Beispiele für diese ungleichmäßige Wehentätigkeit sind in Abbildung 12 und in Abbildung 13 die Tagesprofile zweier einzelner Schwangerer aufgeführt:

Abbildung 12 zeigt das Tagesprofil einer Schwangeren aus dem Kollektiv I, also eine Patientin, bei der n i c h t das Risiko einer drohenden Frühgeburt bestand. Das Tokogramm wurde in der 33. Schwangerschaftswoche aufgenommen. Mit einer Kontraktionsfrequenz von 0,54 K/h, berechnet aus der Gesamtregistrierdauer, liegt die Patientin zwar deutlich unter dem Mittelwert dieses Gestationsalters von 0,91 K/h und bietet damit auch im Tokogramm keinerlei Anzeichen für eine drohende Frühgeburt, doch hatte diese Patientin z.B. zwischen 2 Uhr und 3 Uhr nachts innerhalb einer h a l b e n Stunde drei Kontraktionen! Wäre nun gerade in diesem Zeitabschnitt ein Tokogramm von nur einer halben Stunde geschrieben worden, so wäre eine Kontraktionsfrequenz von 6 K/h zumindest auffällig gewesen

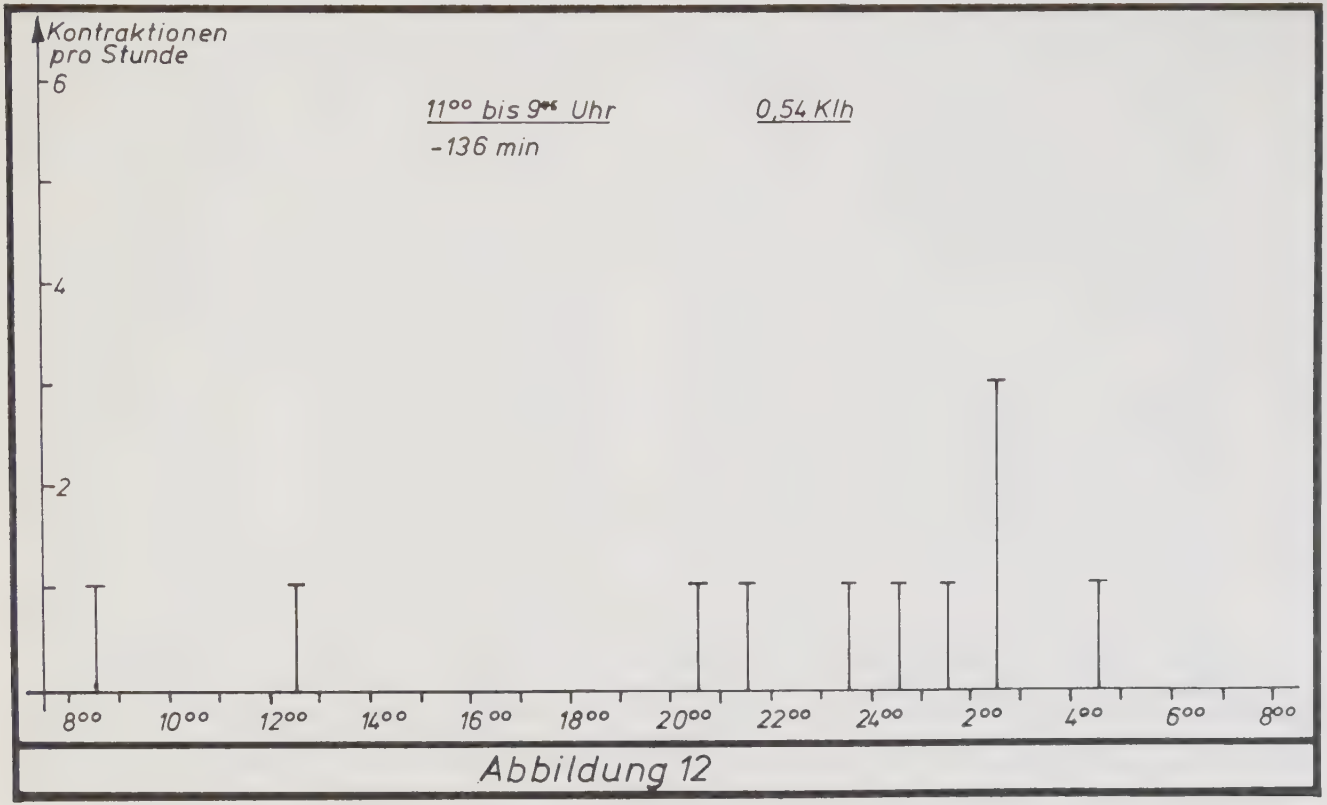


Abbildung 12: Tagesprofil der Kontraktionstätigkeit einer e i n z e l n e n Patientin des Kollektivs I (ohne Frühgeburtsrisiko)

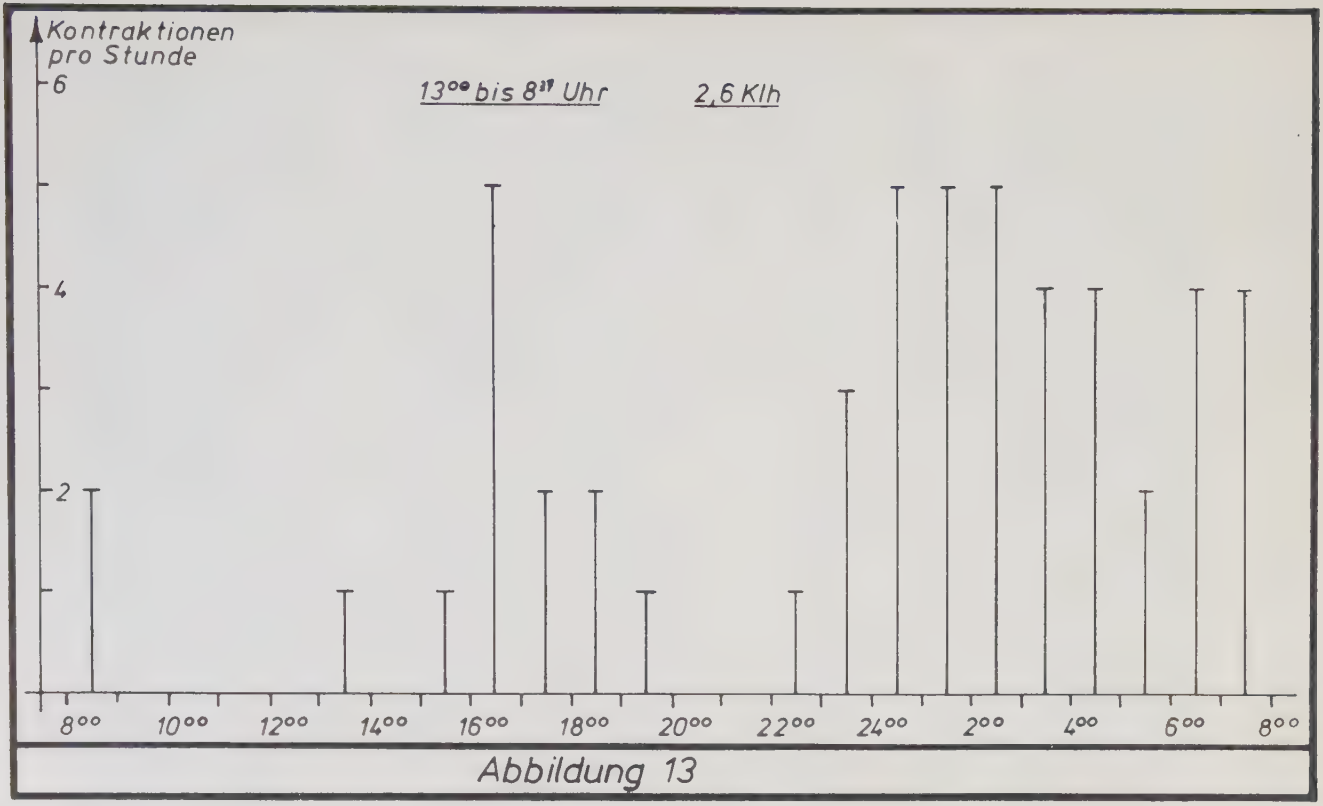


Abbildung 13: Tagesprofil der Kontraktionstätigkeit einer e i n z e l n e n Patientin des Kollektivs II (mit Frühgeburtsrisiko)

und hätte eventuell den Verdacht einer vorzeitigen Wehentätigkeit aufkommen lassen.

Abbildung 13 zeigt das Tagesprofil einer Patientin aus der Gruppe m i t drohender Frühgeburt. Es wurde ebenfalls in der 33. Schwangerschaftswoche erstellt. Mit einer Kontraktionsfrequenz, berechnet aus der Gesamtregistrierdauer, von 2,6 K/h liegt diese Patientin deutlich ü b e r dem physiologischen Durchschnittswert von 0,91 K/h. Hätte man aber z.B. nur zwischen 14 Uhr und 15 Uhr oder aber nur zwischen 20 Uhr und 22 Uhr registriert, so wäre k e i n e Kontraktion zur Aufzeichnung gekommen. Eine vorzeitige Wehentätigkeit hätte das Tokogramm zumindest dann nicht verifizieren können.

Diese beiden Beispiele zeigen, welche Möglichkeiten einer Fehlinterpretation in einer zu kurzen Registrierdauer liegen können.

e. Die Registrierung von A l v a r e z - Wellen im Tokogramm

In einigen Tokogrammen konnten A l v a r e z - Wellen registriert werden, deren Erscheinungsbild weiter oben eingehend beschrieben ist (Seite 11, Abbildung 2). Diese A l v a r e z - Wellen erzeugen jedoch eine so geringe Druckamplitude, daß schon leichte äussere Einflüsse, wie Adipositas der Mutter oder starke Kindsbewegungen, eine einwandfreie Registrierung mit der äußeren Tokographie zunichte machen. Auf eine Auswertung des vorliegenden Patientenmaterials im Hinblick auf die Bedeutung solcher A l v a r e z - Wellen mußte deshalb verzichtet werden. Bei der Ermittlung von Kontraktionsfrequenzen wurden sie nicht mitgezählt.

Man hat jedoch den Eindruck, daß A l v a r e z - Wellen vermehrt bei Patientinnen auftraten, die mit dem Verdacht auf eine drohende Frühgeburt zur Aufnahme kamen. Die A l v a r e z - Wellen würden in diesem Fall - neben der eventuell vorliegenden vermehrten Kontraktionsbereitschaft, erkennbar an dem Auftreten einzelner, stärkerer Kontraktionen - eine verstärkte Wehenbereitschaft signalisieren. Einer exakten Auswertung dieser Eindrücke sind aber mit den Möglichkeiten der externen Tokographie Grenzen gesetzt.

VI. Diskussion

Bei der Untersuchung von 26 Langzeittokogrammen aus insgesamt 20 Schwangerschaften, von denen angenommen werden konnte, daß sie ein physiologisches Kontraktionsverhalten aufwiesen, fanden sich in Abhängigkeit vom Gestationsalter Kontraktionsfrequenzen zwischen 0,15 K/h und 2,52 K/h. Damit liegen diese Ergebnisse genau in dem Bereich, wie er von Bruns (35), Caldeyro-Barcia (40), Stock (207), Saling (180), Klöck (105), Koepcke (107) und Zahn (225) in ihren Arbeiten schon angegeben wurden. Demgegenüber erscheinen die Angaben von Langreder (113), Rüttgers (178), Baumgarten (89), Melchior (89), Mosler (89), Weidinger (89), Schenk (190) und Fuchs (70) wesentlich zu hoch. Ursachen dafür, daß von vielen Untersuchern zu hohe Werte gefunden wurden, liegen m.E. nach in der kurzen Meßdauer der meisten Autoren und den von ihnen verwendeten Meßapparaturen:

Wie gezeigt werden konnte, liegen bei einer Messung nur über eine halbe oder eine Stunde die gefundenen Kontraktionsfrequenzen deutlich höher. Bei uns ergaben sich immerhin bei einer Betrachtung nur der ersten Stunde Werte zwischen 0,5 K/h und 3,8 K/h.

Ursache für diese höheren Werte ist vermutlich ein "Anlegeffekt", d.h. durch das Anlegen der Meßapparatur an den Bauchdecken der Schwangeren wird der Uterus so irritiert, daß er mit vermehrter Kontraktionstätigkeit reagiert. - Unter der Geburt ist eine Beeinflussung der Gebärmutter von außen seit langem bekannt und wird z.B. bei verlängertem Ausbleiben einer Wehe während der Austreibungsphase von Arzt oder Hebamme durch Massage des Uterus des öfteren dazu benutzt, eine Kontraktion beschleunigt herbeizuführen. - Dieser Anlegeffekt wird sicher durch die unterschiedlichen Wehenaufnehmer verschieden stark beeinflußt. So werden Geräte, die nach dem Sklerotonometerprinzip arbeiten (s.o.), bei denen also ein Taststift mit relativ großer Kraft in die Bauchdecken drückt, oder gar das "guard-ring"-Tokodynamometer von Smyth (203), bei dem durch besonders großen Andruck Bauchdecken und Uteruswand in-

kompressibel gemacht werden sollen, eine wesentlich höhere Irritation der Gebärmutter bewirken, als etwa ein Tastkopf nach dem "strain-gauge"-Prinzip, der nahezu bewegungslos mißt. Aber auch hier ist der Andruck nicht zu vernachlässigen und führt besonders beim Anlegen mit der vermehrten Manipulation an den Bauchdecken der Schwangeren zu entsprechenden Kontraktionen. Dies zeigen unsere Ergebnisse mit den unterschiedlich gewählten Bezugszeiträumen von mehreren Stunden bzw. nur einer Stunde und den daraus resultierenden höheren Kontraktionsfrequenzen ganz deutlich. Der Irritationseffekt wird also bei längerer Registrierdauer zunehmend weniger ins Gewicht fallen.

Auf diesen Anlegeeffekt ist m.E. nach auch der Gipfel der Kontraktionsbereitschaft im Tagesprofil der Kontraktionen zwischen 9 Uhr und 13 Uhr besonders bei physiologischer Wehentätigkeit zurückzuführen.

Bei vermehrter Wehentätigkeit wird dieser Effekt deshalb entsprechend weniger ins Gewicht fallen, weil z.B. ein bzw. zwei Kontraktionen, die durch das Anlegen des Wehentasters zusätzlich ausgelöst werden, bei angenommenen vier Kontraktionen in 24 Stunden (0,17 K/h) die Kontraktionsfrequenz um 25 bzw. 50 Prozent vergrößern (0,21 K/h bzw. 0,25 K/h), während 100 Kontraktionen pro 24 Stunden (4,17 K/h) durch ein oder zwei zusätzliche Kontraktionen nur mit ein bzw. zwei Prozent belastet werden (4,21 K/h bzw. 4,25 K/h).

Zwischen 9 Uhr und 13 Uhr wurden weitaus die meisten Tokogramme gestartet, da der normale Tagesablauf in der Klinik diesen Zeitpunkt vorgab. Die zusätzlich ausgelösten Kontraktionen finden ihren Ausdruck in einem Gipfel der Kontraktionsbereitschaft zwischen 9 Uhr und 13 Uhr. Es ist somit fraglich, ob dieser Gipfel physiologisch ist.

Demgegenüber ist die Zunahme der Kontraktionsbereitschaft in den Abendstunden ab 20 Uhr und die Phase der Ruhe, die etwa ab 3 Uhr nachts eintritt, sicher physiologisch. Sie findet sich sowohl bei den Schwangeren ohne Frühgeburtsrisiko, wie auch im Kollektiv vermehrter Wehentätigkeit. Diese gefundene Rhythmik deckt sich

auch weitgehend mit den allerneuesten Untersuchungen von Z a h n (226), die dieser aber bisher nur in Form eines Posters auf einem Kongress veröffentlicht hat.

Während in der Gruppe der Patientinnen o h n e Frühgeburtsrisiko die ermittelten Kontraktionsfrequenzen keiner allzu großen Spannweite unterlagen (siehe Tabelle 4), finden sich im Kollektiv m i t Frühgeburtsrisiko Patientinnen mit gänzlich unterschiedlichem Wehenverhalten. Einige wenige dieser Schwangeren boten über mehrere Stunden Kontraktionsfrequenzen, die niedriger lagen, als die Durchschnittswerte der physiologischen Kontraktionshäufigkeit. Bei ihnen kommt es zu Portioverkürzung und Muttermundserweiterung, ohne daß man im Tokogramm ein entsprechendes Korrelat an Wehen finden könnte.

Für die Praxis bedeutet dies aber, daß es unter Umständen n i c h t m ö g l i c h ist, aus dem Tokographiebefund abzuleiten, ob eine Frühgeburt durch vorzeitige Wehentätigkeit droht oder nicht.

Findet man aber umgekehrt Kontraktionsfrequenzen, die ü b e r dem etwa d o p p e l t e n Wert (siehe Seite 12) der physiologischen Norm für das entsprechende Gestationsalter liegen, so ergibt sich aus dem Tokographiebefund ein deutlicher Anhalt für eine vorzeitige Wehentätigkeit, die dann geeignete therapeutische Maßnahmen zur Folge haben muß.

Wie das Beispiel der Abbildung 13 aber gezeigt hat, ist eine Beurteilung der Wehentätigkeit aus der kurzen Registrierdauer von einer halben Stunde oft nur u n v o l l k o m m e n möglich:

Bietet der Untersuchungsbefund keinerlei Hinweise für eine Störung der Schwangerschaft im Sinne einer drohenden Frühgeburt, so ist bei der ambulanten Überwachung von Schwangerschaften eine solch kurze Registrierdauer von einer halben Stunde für die Routine wohl ausreichend, besonders auch im Hinblick auf das Kardiogramm (191). Ergeben sich aber aus der Anamnese und dem Untersuchungsbefund Anzeichen dafür, daß ein Syndrom der drohenden Frühgeburt vorliegen könnte, so stellt die Langzeittokographie eine wert-

volle Methode dar, das Kontraktionsverhalten der Schwangeren eingehend zu untersuchen. "Kurztokogramme" vermögen dann nicht mehr, einen ausreichenden Überblick über die Wehentätigkeit zu vermitteln.

In Verbindung mit der Langzeitkardiographie (191), auf die im Rahmen dieser Arbeit überhaupt nicht eingegangen werden konnte, bietet die Langzeittokographie - dann als Langzeitkardiotokographie - eine Bereicherung der klinischen Möglichkeiten, die als Routinemethode zur Überwachung von Risikoschwangerschaften Eingang in die Klinik finden sollte. Speziell bei dem Verdacht auf eine drohende Frühgeburt sollte es sich einbürgern, daß nach einer stationären Einweisung ein Langzeitkardiotokogramm erstellt wird, um einen Überblick über die Situation des Feten - erkennbar an der Oszillationsbreite des Kardiogrammes (66) - und das Kontraktionsprofil der Mutter zu gewinnen.

Bis heute stehen einer wünschenswerten Verbreitung des Langzeit-CTG apparative Schwierigkeiten im Wege, die noch überwunden werden müssen:

1. Die Langzeitkardiotokographie ist an eine leistungsfähige Telemetrieanlage gebunden. Die bisher schon im Kreißsaal eingesetzten Anlagen - auch die uns zur Verfügung stehende Anlage der Firma H e w l e t t - P a c k a r d - erfüllen diese Voraussetzungen nur sehr unvollkommen. So ist z.B. die Anlage von HP ursprünglich für die telemetrische Übertragung von EKG-Signalen entwickelt worden, wobei nur ein 1-Kanal-Betrieb nötig ist. Bei der Modifikation der Anlage für geburtshilfliche Zwecke wurde das Tokogramm mittels eines sogenannten Choppers ebenfalls über diesen einen Kanal mitübertragen. Bei Störungen im Kardiogramm bricht deshalb auch die Übertragung des Tokogrammes zusammen (s.o.). Für ein leistungsfähiges Gerät ist deshalb unbedingt ein echter Z w e i k a n a l b e t r i e b zu fordern, der gegen Störeinflüsse im Krankenhaus darüber hinaus auch weitgehend unempfindlich ist.

2. Tastkopf und Sender, also im wesentlichen die Teile, die bei der Schwangeren verbleiben, müssen so beschaffen sein, daß möglichst

geringe Behinderungen für die Patientin entstehen. Der Tastkopf von H e w l e t t - P a c k a r d erfüllt auch diese Voraussetzungen nur unvollkommen, da er keine glatte Oberfläche aufweist, sondern vielmehr einen störenden Tastnippel besitzt, der bei einigen Schwangeren starke Beschwerden verursachte. Eine g l a t t e O b e r f l ä c h e des Tastkopfes ist hier unbedingt zu fordern. Eventuell könnten Sender und Tastkopf so miniaturisiert werden, daß sie beide in einer Gehäuseeinheit unterzubringen sind.

Die elektrische Leistung des Senders muß so bemessen werden, daß die B a t t e r i e k a p a z i t ä t sicher für 24 Stunden a u s r e i c h t . Auch diese Forderung erfüllt die Anlage von HP nicht.

3. Die Verfahren zur Ermittlung der kindlichen Herzfrequenz, also Ultraschallkardiographie, Phonokardiographie, besonders aber die Kardiographie aus dem Abdominal-EKG müssen so weiterentwickelt werden, daß eine fehlerfreie Registrierung der kindlichen Herztätigkeit über viele Stunden möglich ist; wohl im Augenblick das technisch schwierigste Problem der Langzeitkardiotokographie. Doch auch hier sind schon hoffnungsvolle Ansätze einer Verbesserung zu finden (106).

Die Industrie ist also aufgerufen, eine klinisch wünschenswerte Verbreitung der Langzeitkardiotokographie durch das Anbieten technisch entsprechend konzipierter Geräte zu fördern.

VII. Zusammenfassung

Die Frühgeburt steht heute im Mittelpunkt aller Bemühungen von Geburtshelfern und Perinatologen: Sie ist für 60 bis 80 Prozent der perinatalen Mortalität verantwortlich. Es ist vor allen Dingen die exakte Diagnose einer als Syndrom aufzufassenden drohenden Frühgeburt, die zuweilen große Schwierigkeiten bereitet. Neben Anamnese, Untersuchungsbefund und Angaben der Mutter über empfundene Wehen ist eine Säule der Diagnostik die objektiv registrierbare Wehentätigkeit. Über die Wertigkeit von Schwangerschaftskontraktionen und die Indikation zur tokolytischen Therapie herrscht jedoch noch vielfach Unklarheit. Aus der Literatur ergeben sich unterschiedliche Ansichten: Die eine Gruppe von Autoren hält erst Werte ab 6 Kontraktionen pro Stunde für eingriffsbedürftig, während die andere Gruppe der Schwangeren nur eine physiologische Kontraktionsfrequenz zwischen 0,4 und 2,6 Kontraktionen pro Stunde zubilligt.

Von der Vielzahl der Methoden der Wehenmessung - Elektrohysterographie, intrauterin-extraamniale-, intrauterin-intraamniale-, intramurale-, extrauterin-invasive Messung, Cervixwehenmessung, externe Meßverfahren - , die eingehend dargestellt werden, kommen für Untersuchungen während der Gravidität routinemäßig nur externe Verfahren in Frage: Für die mechano-elektrische Wandlung der Kontraktionssignale werden heute vorwiegend Transducer nach dem "strain-gauge"-Prinzip verwendet, die nur Spannungsänderungen, nicht aber Bewegungsänderungen registrieren. Durch Einführung der Telemetrie in die Geburtshilfe war erstmals eine langzeittokographische Untersuchung über die Kontraktionstätigkeit von Schwangeren möglich.

Gemessen wurde an 20 Patientinnen (26 Tokogramme) ohne Frühgeburtsrisiko und an 19 Patientinnem (24 Tokogramme) mit Frühgeburtsrisiko:

Die ermittelte physiologische Kontraktionsfrequenz liegt zwischen 0,15 K/h in der 26. bis 28. Schwangerschaftswoche und 2,52 K/h ab der 38. Schwangerschaftswoche.

Eine Registrierung von nur einer Stunde ergibt höhere Werte für die Kontraktionsfrequenz als eine Langzeitregistrierung. Vermutlich tritt ein "Anlegeffekt" deutlich in Erscheinung, der darauf beruht, daß durch das Anlegen der Apparatur zusätzliche Kontraktionen ausgelöst werden.

Die physiologische, aber auch die pathologische Kontraktionstätigkeit ist abhängig von der Tageszeit: Zwischen 22 Uhr und 3 Uhr muß mit vermehrter Kontraktionsbereitschaft gerechnet werden, während von 4 Uhr bis 9 Uhr eine deutliche Ruheperiode erkennbar wird.

Es kann in Einzelfällen zu Portioverkürzung und Muttermundseröffnung kommen, obwohl nur geringe Kontraktionstätigkeit - auch im Langzeittokogramm - gefunden wird. Der Untersuchungsbefund muß also immer neben dem Tokographiebefund stehen.

Besonders wenn der Verdacht auf eine drohende Frühgeburt besteht, kann aus einem "Kurztokogramm" das Kontraktionsverhalten nur unvollkommen bestimmt werden. Es sind Fehlinterpretationen möglich.

In Verbindung mit der Langzeitkardiographie stellt die Langzeitkardiotokographie deshalb eine Bereicherung der klinischen Möglichkeiten bei der Überwachung von Risikoschwangeren dar. Sie sollte routinemäßig Eingang in Kliniken finden. Bis heute bestehende technische Unvollkommenheiten gilt es zu überwinden.

VIII. Literaturverzeichnis

1. ACCONCI, L.
Sulla contrazione e sull' inertia dell' utero.
G. Accad. Med. Torino 39 (1891) 3, 497

2. ADAIR, F.L., DAVIS, M.E.
Study of human uterine motility.
Amer. J. Obstet. Gynec. 27 (1934) 383

3. ADAIR, F.L., HAUGEN, J.A.
Study of suspended human uterine muscle strips in vitro.
Amer. J. Obstet. Gynec. 37 (1939) 753

4. ALVAREZ, H., CALDEYRO, R.
Estudios sobre la fisiologia de la actividad contractil del útero humano. Primera comunication:
Nueva técnica para registrar la actividad contractil del útero humano grávido.
Arch. Ginec. Obstet. Urug. 7 (1948) 7

5. ALVAREZ, H., CALDEYRO, R.
Estudios sobre la fisiologia de la actividad contractil del útero humano. Segunda comunication:
La actividad contráctil ritmica del útero humano grávido.
Arch. Ginec. Obstet. Urug. 7 (1948) 79

6. ALVAREZ, H., CALDEYRO, R.
Estudios sobre la fisiologia de la actividad contractil del útero humano. Tercera comunication:
Estudos de los valores absolutos de la presion intrauterina como medida de la actividad contráctil del útero.
El "tono úterino".
Arch. Ginec. Obstet. Urug. 7 (1948) 139

7. ALVAREZ, H., CALDEYRO, R.
Estudios sobre la fisiologia de la actividad contractil del útero humano. Cuarta comunication:
El parto del segundo gemelo y del alumbramiento estudiades por medio del registero de la presion intraplacentaria.
Arch. Ginec. Obstet. Urug. 8 (1949) 42

8. ALVAREZ, H., CALDEYRO, R.
La actividad contractil uterina en el estado gravido puerperal.
I° Congr. Urug. Gin. 1 (1949) 507

9. ALVAREZ, H., CALDEYRO, R.
Contractility of the human uterus recorded by new methods.
Surg. Gynec. Obstet. 91 (1950) 1

10. ALVAREZ, H., CALDEYRO, R.
El polígrapho uterino.
Arch. Ginec. Obstet. Urug. 9 (1950)

11. ALVAREZ, H., CALDEYRO, R.
La contractilidad uterina en el desprendimiento prematuro de la placenta.
Arch. Ginec. Obstet. Urug. 9 (1950) 6

12. ALVAREZ, H., CALDEYRO, R.
Uterine contractility in the third stage of labour.
Proc. roy. Soc. Med. 45 (1952) 8,540

13. ALVAREZ, H., CALDEYRO-BARCIA, R.
The normal and abnormal contractile waves of the uterus during labour.
Gynaecologia (Basel) 138 (1954) 190

14. ANTOINE, T.
Zur Leistungsfähigkeit der Tokometrie.
Arch. Gynäk. 144 (1931) 297

15. BAISCH
Lehrbuch der Geburtshilfe.
Enke, Stuttgart 1930

16. BAUMGARTEN, K.
Die Beeinflussung der Uterusmotilität.
Hollinek, Wien 1967

17. BAYER, R., HOFF, F.
Die Bedeutung der nervösen Steuerung der menschlichen Gebärmutter für die Schwangerschaft und den Geburtsverlauf.
Arch. Gynäk. 180 (1951) 143

18. BECHOWSZOW, J.
Zitiert nach HENSEN

19. BISHOP, E.H.
Pelvic score for elektive induction.
Ostet. and Gynec. 5 (1955) 519

20. BODE, O.
Das Elektrohysterogramm.
Arch. Gynäk. 146 (1931) 123

21. BODEN, W., GERTEIS, W.
Tokometrische und klinische Prüfung eines neuen Spasmolytikums.
Geburtsh. u. Frauenhk. 23 (1963) 979

22. BODEN, W.
Tokographische Untersuchungen über den Einfluß von Valium bei drohender Frühgeburt.
Fortschr. Geburtsh. Gynäk. 19 (1964) 356

23. BODEN, W.
Die praktische Bedeutung der äußeren Wehenmessung, insbesondere des Oxytocin-Empfindlichkeitstestes für die klinische Geburtshilfe.
Geburtsh. u. Frauenhk. 26 (1966) 265

24. BODEN, W.
Die funktionellen Dystokien. Symptomatik, Diagnostik, Einteilung und Behandlung.
Enke, Stuttgart 1969

25. BÖSCH, K., IKLE, A.
Wehenmessungen in mehreren Ableitungen mit dem Tokodynamometer von Reynolds.
Gynaecologia 135 (1953) 4, 236

26. BÖSCH, K.
Über die Entwicklung, Technik und Resultate der kontinuierlichen Amniondruckmessung und ihre Kombination mit simultaner externer Tokographie sub partu.
Inaugural-Dissertation, Basel 1954

27. BÖSCH, K., Käser O.
Fortlaufende Fruchtwasserdruckmessungen und simultane externe Tokodynamometrie sub partu.
Schweiz. med. Wschr. (1954) 850

28. BÖSCH, K., Käser, O.
Die Anwendung von Oxytocin in der Geburtsleitung, unter Berücksichtigung des synthetisch gewonnenen Syntocinon.
Schweiz. med. Wschr. (1956) 229

29. BOLTE, A., KÜPPER, U.
Die perinatale Mortalität.
Arch. Gynäk. 213 (1973) 307

30. BOUKOEMSKY. F.W.
Über Anästhesierung durch Aether- und Chloroform-inhalationen bei normalen Geburten.
Mschr. Geburtsh. Gynäk. 3 (1896) 197

31. BOURNE, A., BURN, J.H.
The dosis and action of pituitary extract and of the ergot alkaloids on the uterus in labor with note on the action of adrenaline.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 34 (1927) 249

32. BOURNE, A., BURN, J.H.
Action of the oxitocin and vasopressin on the uterus in labour.
Lancet, 1928 II, 694

33. BRÄUNLICH, H.
Ein Elektrotokograph.
Geburtsh. u. Frauenhk. 11 (1951) 637

34. BRUNS, P.D., SNOW, R.H., DROSE, V.E.
Effect of Dihydroergotamine on human uterine contractility.
Obstet. Gynaec. 1 (1953) 188

35. BRUNS, P.D., TAYLOR, E.S.
Comparative study of uterine contractility urinary estrogen-pregnandiol levels and myometrial disapperance time of radioactive sodium in full-term pregnancy and premature delivery.
Ann. N.Y. Acad. of Scien. 75 (1959) 785

36. CALDEYRO, R., ALVAREZ, H., REYNOLDS, S.R.M.
A better understanding of uterine contractility through simultaneous recording with an internal and a seven channel external method.
Surg. Gynec. Obstet. 91 (1950) 641

37. CALDEYRO, R., ALVAREZ, H.
Abnormal uterine action in labour.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 59 (1952) 646

38. CALDEYRO-BARCIA, R., ALVAREZ, H., POSEIRO, J.J.
Normale und anormale Uteruskontraktilität während der Geburt.
Triangel (Sandoz) 2 (1955) 41

39. CALDEYRO-BARCIA, R., POSEIRO, J.J.
Oxytocin and contractility of the pregnant human uterus.
Ann. N.Y. Acad. of Scien. 75 (1959) 813

40. CALDEYRO-BARCIA, R., POSEIRO, J.J.
Physiology of the uterine contraction.
Clin. Obstet. Gynec. 3 (1960) 386

41. CAREY, H.M.
An improved technique for the induction of labour.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 61 (1954) 1,59

42. CLASON, S.
Versuche mit obstetrischer Elektrometrographie.
Acta obstet. gynaec. schand. 14 (1934) 131

43. CORADELLO, H., POLLAK, A., SCHEIBENREITER, S., THALHAMMER, O.
Verhütung von Frühgeburtlichkeit und pränataler Dystrophie.
II. Vorläufige Ergebnisse mit einem einfachen System zur Vorausberechnung des Frühgeburtsrisikos.
Z. Geburtsh. Perinat. 178 (1974) 19

44. COREY, E.L., MCGAUGHEY, H.S., THORNTON, W.N.

Amer. J. Obstet. Gynec. 74 (1957) 473

45. CRETIUS, K.
Die Geburt.
Klinik der Frauenheilkunde und Geburtshilfe, hrsg. von H. Schwalm, G. Döderlein, K.H. Wulf, Bd. II. 335

46. CRODEL, W.
Wehenmessung durch die Bauchdecke.
Arch. Gynäk. 132 (1927) 23

47. CRODEL, W.
Uterusarbeitsmessung oder Tokergometrie.
Z. Geburtsh. Gynäk. 97 (1930) 138

48. CSAPO, A.
Function and regulation of the myometrium.
Ann. N.Y. Acad. of Scien. 75 (1959) 790

49. CSAPO, A.
Elektrical activity of the parturient human uterus.
Nature (London) 200 (1963) 680

50. DELSON, B., LUBIN, S., REYNOLDS, S.R.M.
Patterns of Braxton Hicks Contractions and gradient of uterine activity during first stage of labour. Study with multichannel tokodynamometer.
Amer. J. Obstet. Gynec. 59 (1950) 795

51. DILL, M.V., MAIDEN, R.M.
Further studies on the electrical potentials of the human uterus in labor.
Amer. J. Obstet. Gynec. 56 (1948) 213

52. DODEK, S.M.
A new method for geographically recording contractions of the parturient human uterus. Study of the effect of certain sedatives, anaesthetics and stimulants upon uterus in labour.
Surg. Gynec. Obstet. 55 (1932) 45

53. DÖNHOFF, H.R.
Ueber die Einwirkung des Chloroforms auf den normalen Geburtsverlauf nach Untersuchungen mit dem Tokodynamometer.
Arch. Gynäk. 42 (1892) 305

54. DUBOWITZ, L., DUBOWITZ, V., GOLDBERG, C.
Clinical assessment of gestional age in the newborne infant.
J. Pediat. 77 (1970) 1

55. EBERGENYI, A.
Ein durch die Wehentätigkeit der Gebärmutter in Betrieb gesetzter Wehenmesser eigener Konstruktion.
Zbl. Gynäk. 64 (1940) 318

56. EMBREY, M.P.
External hysterography.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 47 (1940) 371

57. EMBREY, M.P.
Premature rupture of membranes.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 60 (1953) 37

58. EMBREY, M.P.
New multichannel external tocograph.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 62 (1955) 1

59. EMBREY, M.P.
External tokography in the study of uterine motility.
A critical examination of the method.
J. Obstet. Gynec. 65 (1958) 200

60. EMBREY, M.P.
Cervical tocodynamometry.
J. Obstet. Gynec. 72 (1965) 225

61. FABRE, I.
Une méthode d'hystérographie externe.
Bull. Soc. Obstét. Gynéc. Paris 16 (1913) 68

62. FARR, V., MITCHELL, R.G., NELIGAN, G.A., PARKIN, J.M.
The defination of some external characteristics used in the assessment of gestional age of the newborne infant.
Develop. Med. Child Neurol. 8 (1966) 507

63. FENNING, C., DAVIS, M.E., ADAIR, F.L.
Indirect external hysterography.
J. Obstet. Gynec. 38 (1939) 670

64. FENNING, C.
A mechanical ink writing recorder suitable for recording uterine motility during pregnancy and labor.
Amer. J. Obstet. Gynec. 40 (1940) 2, 330

65. FENNING, C.
Clinical and physiological aspects of uterine motility during pregnancy and labor.
Amer. J. Obstet. Gynec. 43 (1942) 5, 791

66. FISCHER, W.M., SLUDE, I., BRANDT, H.
Ein Vorschlag zur Beurteilung des antepartualen Kardiotokogramms.
Z. Geburtsh. Perinat. 180 (1976) 117

67. FISCHER, W.M.
Kardiotokographie. Lehrbuch und Atlas.
Herausgegeben von W.M. Fischer, bearbeitet von W.M. Fischer, E. Halberstadt, H. Rüttgers, D. Berg
Thieme, Stuttgart 1973

68. FREY, E., WENNER, D.
Die externe Wehenmessung nach Crodel und ihre Beurteilung an Hand der Wehenzahlen.
Arch. Gynäk. 152 (1933) 447

69. FREY, E.
Der Hysterotonograph. Eine neue Apparatur mit automatischer Schreibvorrichtung für die klinische Wehenkontrolle.
Zbl. Gynäk. 57 (1933) 545

70. FUCHS, F.
Prevention of prematurity.
Am. J. Obstet. Gynec. 126 (1976) 809

71. GIFFEI, J.M., SALING, E.
First results and experiences with permaturity and dysmaturity prevention program. (PDP-program)
J. Perinat. Med. 2 (1974) 45

72. GUGGISBERG, H.
Die dynamische Prüfung der Wehenmittel.
Zbl. Gynäk. 19 (1918) 315

73. GUGGISBERG, H.
Wehen und Wehenstörungen.
In: Biologie und Pathologie des Weibes, Handbuch der Frauenheilkunde und Geburtshilfe von Seitz-Amreich.
II. Auflage.
Urban & Schwarzenberg. Berlin-Innsbruck-München-Wien, 1951

74. HAHL
Praktische Ergebnisse der Geburtshilfe und Gynäkologie 4 (1912) 214, zitiert nach Malinowsky

75. HALBERSTADT, E.
Frühgeburt.
Vortrag 43. Tagung Dtsche. Ges. Geburtsh. Gynäk., Hamburg 1980 (im Druck)

76. HALLIDAY, E.C., HEYNS, O.S.
The activity of the gravid uterus.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 59 (1952) 309

77. HALLIDAY, E.C., HEYNS, O.S.
Uterine activity and electrical response.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 62 (1955) 155

78. HEINRICIUS
Jahrbuch über die Fortschritte der Geburtshilfe und Gynäkologie 1889.

79. HELLMANN, L.M., HARRIS, J.S., REYNOLDS, S.R. M.
Characteristics of the gradients of uterine contractility during the first stage of true labor.
Bull. Johns Hopk. Hosp. 86 (1950) 4

80. HELLMANN, L.M., HARRIS, J.S., REYNOLDS, S.R.M.
Intravenous pituitary extract in labor with data of patterns of uterine contractility.
Amer. J. Obstet. Gynec. 59 (1950) 41

81. HENSEN, H.
Ueber den Einfluss des Morphiums und des Aethers auf die Wehentätigkeit des Uterus nebst Beobachtungen zur Physiologie der Uteruscontractionen.
Arch. Gynäk. 55 (1898) 129

82. HINSELMANN, M.
Die Ultraschalldiagnostische Bestimmung des Gestationsalters.
Z. Geburtsh. Perinat. 180 (1976) 303

83. HOFF, F.
Die neuro-muskuläre Sicherung der Schwangerschaft.
Arch. Gynäk. 178 (1950) 196

84. HOHLWEG-MAJERT, P., KAUERT, S.
Die Frühgeburt nach der Entbindung, Morbidität
und Mortalität
Z. Geburtsh. Perinat. 179 (1975) 267

85. HON, E., DAVIS,C.
Cutaneous and uterine electrical potential in labor.
An experiment.
Obstet. and Gynec. 12 (1958) 2

86. HUBER, R.
Die Entwicklung der klinischen Wehenregistrierung;
Angabe eines eigenen Wehenschreibers.
Z. Geburtsh. 144 (1955) 75

87. HÜTER, K.A.
Mütterliche und perinatale kindliche Letalität.
In: Gynäkologie und Geburtshilfe Bd. II, hrsg. von
O. Käser, V. Friedberg, K.G. Ober, K. Thomsen,
J. Zander, 1143
Thieme, Stuttgart 1967

88. HÜTER, J., RÜTTGERS, H.
Indikation und Kontraindikation zur Wehenförderung
und Wehenhemmung.
Praxis 47 (1969) 1536

89. HÜTER, J.
Medikamentöse Wehenhemmung. Schriftliches Symposion.
Geburtsh. u. Frauenhk. 34 (1974) 689

90. INGELMANN-SUNDBERG, A., LINDGREN, L.
Intrauterin elektrohysterografi under förlossning.
För. Nord. Fören. Obstet. Gynek. 6 (1950) 183

91. INGELMANN-SUNDBERG, A., LINDGREN, L., LJUNGSTRÖM, T.
An electronic method for intrauterine measurements of pressure during labour.
J. Obstet. Gynaec. Brit., Emp. 60 (1953) 321

92. INGELMANN-SUNDBERG, A., LINDGREN, L.
Intrauterine measurements of pressure during labour. Sources of error.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 62 (1955) 629

93. JUNG, H.
Erregungsleitung und Erregungsbildung am Uterus.
Z. Geburtsh. Gynäk. 147 (1956) 51

94. JUNG, H.
Erregungsphysiologie des Uterus.
Arch. Gynäk. 202 (1965) 14

95. JUNG, H.
Die Frühgeburt.
Gynäkologe 8 (1975) 176

96. KÄSER, O., BÖSCH, K.
Tokographie und Tokodynamometrie.
Bibl. gynaec. vol. 20 (1959) 97

97. KAISER, J.H., HARRIS, J.S.
Effect of Adrenaline on pregnant human uterus.
Amer. J. Obstet. Gynec. 59 (1950) 775

98. KAISER, J.H.
The effect of epinephrine and norepinephrine on the contractions of the human uterus in labor.
Surg. Gynec. Obstet. 90 (1950) 649

99. KAMINSKI, M., PAPIERNIK, E.
Multifactorial study of the risk of prematurity at 32 weeks of gestation. II. Acomparison between an empirical predication and a discriminant analysis.
J. Perinat. Med. 2 (1974) 37

100. KARLSON, S.
A contribution to the methods of recording the motility of the human uterus.
Acta obstetr. gynec. Scand. 24 (1944) Suppl. 4

101. KARLSON, S.
On the motility of the uterus during labour and the influence of the motility pattern on the duration of the labour.
Acta obstetr. gynec. Scand. 28 (1949) 209

102. KEHRER, F.A.
Beitr. vergl. exp. Geburtskunde 2 (1867) 119

103. KLIKOWISCH
Arch. Gynäk. 18

104. KLINGMÜLLER-AHTING, U., SALING, E., GIFFEI, J.
Frühgeburt und intrauterine Mangelentwicklung.
Gynäkologe 8 (1975) 186

105. KLÖCK, F.K., CHANTRAINE, H.
Möglichkeiten der Behandlung einer drohenden Frühgeburt.
Gynäkologe 8 (1975) 206

106. KLÖCK, F.K., HARTMER, L.
Die Kardiotokographie mit dem externen fetalen EKG im Vergleich zur Ultraschallkardiotokographie.
Z. Geburtsh. Perinat. 181 (1977) 178

107. KOEPCKE, E., HERRMANN, Ch., SEIDENSCHNUR, G.
Ambulante Tokographie.
Zbl. Gynäk. 98 (1976) 1281

108. KRANTZ, K.
Innervation of the human uterus.
Ann. N.Y. Acad. of Scien. 75 (1959) 770

109. KREIS, J.
Sur le limites d'interprétations des phénomènes généraux observés pour l'hystérographie externe chez la femme parturiente.
C.R. Soc. Biol. (Paris) 112 (1933) 295

110. KREIS, J.
Etude de la contraction utérine au cours de la grossesse et de l'accouchement à l'aide de l'hystérographie externe.
Bull. Soc. Obstét. Gynéc. Paris 22 (1933) 331

111. KREIS, J.
Valeur fonctionelle de la pression hydrostatique pendant le période de dilatation de l'utérus parturient. Etude hystérographique.
C.R. Soc. Biol. (Paris) 119 (1935) 1009

112. KREIS, J.
Des précautions à prendre dans l'interprétation des techniques hystérographiques pendant le travail.
Bull. Gyn. et Obst. 4 (1952) 4, 707

113. LANGREDER, W.
Die externe Tokometrie.
Zwanglose Abhandlungen auf dem Gebiet der Frauenheilkunde.
VEB Georg Thieme, Leipzig 25 (1962)

114. LARKS, S.
Electrical correlations of the human uterus in labor.
Fed. Proc. 15 (1956) 116

115. LARKS, S., DASGOPTA, K.
Wave forms of the electrohysterogram in pregnancy and labor.
Amer. J. Obstet. Gynec. 75 (1958) 1069

116. LAU, H.
Frühgeburt, Frühreife, Unreife.
In: Klinik der Frauenheilkunde und Geburtshilfe, hrsg. von H. Schwalm, G. Döderlein, K.H. Wulf, Bd. I, 415

117. LEISER
Wehenmessung durch die Bauchdecken (Ergebnisse).
Arch. Gynäk. 132 (1927) 27

118. LEVI-SOLAL, MOVIN, P., ZACONTO, F.
Analyse obstétricale des potentiels d'action de l'utérus en travail. Electro-utérographie.
Presse méd. 60 (1952) 63, 1335

119. LINDGREN, L.
The lower parts of the uterus during the first stage of labour in occipito-anterior vertex presentation. Studies by means of intrauterine tocography.
Acta obstetr. gynec. Scand. 34 (1955) Suppl. 2

120. LINDGREN, L.
Die Eröffnung der Cervix uteri bei normaler Geburt, studiert mit intrauteriner Tokographie.
Arch. Gynäk. 191 (1958) 201

121. LINDGREN, L.
Die Eröffnung der Cervix bei Spasmus im unteren Uterinsegment, studiert mit intrauteriner Tokographie.
Arch. Gynäk. 191 (1959) 467

122. LINDGREN, L., INGELMANN-SUNDBERG, A.
Der Geburtsmechanismus bei Uterusflimmern, studiert mit intrauteriner Tokographie.
Arch. Gynäk. 192 (1959) 69

123. LINDGREN, L.
Der Geburtsmechanismus bei hypotoner Wehenschwäche, studiert mit intrauteriner Tokographie.
Arch. Gynäk. 192 (1960) 308

124. LISSOWSKAJA, C.M.
Akusch. Gynäk. (Moskau) 4 (1955) 3

125. LÖWI, S.
Über einen neuen wehenzeichnenden Apparat (Tokograph).
Zbl. Gynäk. 57 (1933) 554.

126. LÓRÁND, S.
Erfahrungen mit dem modifizierten Tokograph.
Mschr. Geburtsh. Gynäk. 103 (1936) 137

127. LÓRÁND, S.
Die tokographische Einteilung der Wehentypen bei normalen und pathologischen Geburten.
Zbl. Gynäk. 61 (1937) 1285

128. LÓRÁND, S.
Tokographische Daten zur Kenntnis der Wehentätigkeit des Uterus subseptus und des Uterus bicornis.
Zbl. Gynäk. 61 (1937) 1291

129. LÓRÁND, S.
Über das Wehenschmerzgefühl.
Zbl. Gynäk. 63 (1939) 2399

130. LÓRÁND, S.
Über die äußere Wehenmessung.
Geburtsh. u. Frauenhk. 4 (1942) 278

131. LÓRÁND, S.
Tokometer, Wehenmeßinstrument der geburtshilflichen Praxis.
Gynaecologia 124 (1947) 2, 99

132. LÓRÁND, S.
Über die durch Reizung der Brustwarze angeregten reflektorischen Uteruskontraktionen.
Zbl. Gynäk. 74 (1952) 345

133. LÓRÁND, S., WICINSKI, R.
Beiträge zur Leistungsfähigkeit der äusseren Wehenmessung.
Fortschr. Geburtsh. Gynäk. vol. 7 (1958) 49

134. LÓRÁND, S., CZIKK, J., KOVACS, T., NYITRAY, G.
Quantitative Wehenmessung mit Tokometer, als Routinemethode.
Gynaecologia 158 (1964) 375

135. LUBCHENCO, L., HANSMANN, C., DRESSLER, M., BOYD, E.
Intrauterine growth as estimated from liveborn birth weight data at 24 to 42 weeks of gestation.
J. Pediat. 32 (1963) 793

136. LUBCHENCO, L.O., HANSMANN, C., BOYD, E.
Intrauterine growth in length and head circumference as estimated from live births at gestional age from 26 to 42 weeks.
Pediatrics 37 (1966) 403

137. MALINOWSKY, M.
Über die Wirkung des Pituitrins auf die Uteruskontraktion unter der Geburt.
Zbl. Gynäk. 36 (1912) 1425

138. MALINOWSKY, M.
Mschr. Geburtsh. Gynäk. 40 (1914)

139. MAYER, A.
Ueber percutane Hydramnionpunction in der Schwangerschaft.
Mschr. Geburtsh. Gynäk. 104 (1937) 259

140. MOIR, C.
Clinical comparison of ergotoxine and ergotamine; report to Therapeutic Trials Committee of Medical Research Council.
Brit. med. J. 1 (1932) 1022

141. MOIR, C.
The merits and demerits of oxytocic drugs in the post partum period.
Proc. roy. Soc. Med. 28 (1935) 1654

142. MOIR, C.
Expulsive force of the uterus during labour.
Lancet 1936 I, 414

143. MOIR, C.
The effect of posterior lobe pituitary gland fractions on the intact human uterus.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 51 (1944) 181

144. MOIR, C.
Edinb. med. J. 41 (1944)

145. MOSLER, K.H.
The dynamics of uterine muscle.
Advances in Obstetrics and Gynaecology, Vol. 35.
Karger, Basel-New York 1968

146. MÜLLER, H.A.
Grundlagen der Wehenmessung.
Geburtshilfe u. Frauenheilkunde 18 (1958) 1107

147. MÜLLER, H.A.
Studien über die Uterusmotilität. Meßmethode -

Testung der Wehenbereitschaft.
Arch. Gynäk. 191 (1958) 65

148. MÜLLER, H.A.
Erfahrungen mit der elektrischen Wehendruckmessung bei Geburtseinleitungen.
Fortschr. Geburtsh. Gynäk. Vol. 7 (1958) 59

149. MÜLLER, H.A., STRÖKER, W.
Studien über die Uterusmotilität. Die spontane Motilität in der Postplacentarperiode und Metherginwirkung.
Arch. Gynäk. 191 (1959) 369

150. MURPHY, D.P.
Assay of posterior pituitary extract (pitocin) upon pregnant human uterus with Lóránd tocograph.
Amer. J. Obstet. Gynec. 39 (1940) 808

151. MURPHY, D.P.
Uterine contractility in pregnancy: A study of the contractions of pregnancy and labor under normal and experimental conditions.
J.B. Lippincott Comp., Philadelphia 1947

152. NOACK, H., SIENER, H.
Ein Mehrfachwehenschreiber zur äußeren Wehenregistrierung.
Zbl. Gynäk. 78 (1956) 533

153. PAPIERNIK-BERKHAUER, E.
Coefficient de risque d'accouchement prématuré (C.R.A.P.).
Presse méd. 77 (1969) 793

154. PAPIERNIK, E., KAMINSKI, M.
Multifactorial study of the risk of prematurity at 32 weeks of gestation.

I. A study of the frequency of 30 predictive characteristics.
J. Perinat. Med. 2 (1974) 30

155. PÉLISSIER,
Arch. nouvelles d'obst. et Gyn. (Dez. 1912)

156. PETRUSSA, J.
A scoring system for assessment of gestional age of newborn infants.
Proc. 2nd Europ. Congr. Perinatal Medicine, London 1970.
In: Perinatal Medicine, hrsg. von P.J. Huntingford, R.W. Beard, F.E. Hytten, J.W. Scopes
Karger, Basel 1971

157. PODLESCHKA, K.
Die Cystotokographie, eine Methode zur Registrierung des Weheneffektes auf den Uterusausführungsgang.
Arch. Gynäk. 152 (1933) 159

158. POLAILLON, J.
Rapport sur l'instrument de M. Poullet.
Bull. Soc. Chir. 5 (1879) 8

159. POULLET, J.
Bull. Soc. Chir. 4 (1878) 476

160. POULLET, J.
Arch. Tocologie 7 (1880) 65

161. PRASSOLI, A.
Ann. Obstetr. Ginec. 77 (1955) 23

162. RECH, W., CLAMANN, H.G.
Eine neue Methode der fortlaufenden Frequenzregistrierung und lautstarken Wiedergabe der fetalen Herztöne.
Z. ges. exp. Med. 76 (1931) 108

163. RECH, W.
Ein neues Verfahren zur selbsttätigen fortlaufenden Registrierung der Wehentätigkeit.
Arch. Gynäk. 157 (1934) 458

164. REYNOLDS, S.R.M., HEARD, O., BRUNS, P., HELLMAN , L.M.
A multi-channel strain-gauge tocodynamometer:
An instrument for studing pattern of uterine contractions in pregnant women.
Bull. Johns Hopk. Hosp. 82 (1948) 446

165. REYNOLDS, S.R.M., HELLMAN, L.M., BRUNS, P.
Patterns of uterine contractility in women during pregnancy.
Obstet. gynec. Surv. 3 (1948) 629

166. REYNOLDS, S.R.M.
Physiology of the uterus.
II. Auflage, Hoeber Inc., New York 1949

167. REYNOLDS, S.R.M.
Obstetrical labor.
Sci. Amer. 1950, 52

168. REYNOLDS, S.R.M., LUBIN, S., WALTMAN, R., DELSON, B., TISDALL, L.
Status of membranes and uterine contraction characteristics as criteria for clinical sucess or failore in use of pitocin by continous intravenous drip for induction of labor.
Amer. J. Obstet. Gynec. 59 (1950) 1567

169. REYNOLDS, S.R.M.
La dilatation du col de l'utérus par l'action utérine.
Brux. méd. 31 (1951) 1567

170. REYNOLDS, S.R.M.
Uterine contractility and cervical dilatation.
Proc. roy. Soc. Med. 44 (1953) 695

171. REYNOLDS, S.R.M., HARRIS, J.S., KAISER, J.H.
Uterine forces in pregnancy and labor.
Charles C. Thomas, Springfield 1954

172. ROTHLIN

173. ROTTINGHUIS, H.
Die Electrohysterographie.
Geburtsh. u. Frauenhk. 22 (1962) 1199

174. RUCKER, M.P.
J. Lab. clin. Med. 10 (1925) 390

175. RÜBSAMEN, W., GUSIKOFF, R.
Die Bedeutung des Kreatins für den Stoffwechsel des Uterus.
Arch. Gynäk. 95 (1912) 461

176. RÜBSAMEN, W.
Klinisch-experimentelle Untersuchungen über die Wirksamkeit der Wehenmittel in der Nachgeburtsperiode.
Münch. med. Wschr. 60 (1913) 627

177. RÜBSAMEN, W.
Die externe Hysterographie als klinisch-experimentelle Testmethode für die Bestimmung der Wertigkeit von Wehenmitteln (Chinin- und Hydrasis-Kotarnin-präparate).
Arch. Gynäk. 112 (1920) 461

178. RÜTTGERS, H., KUBLI, F., HALLER, M., BACHMANN, M., GRUNDER, E.
Die antepartale fetale Herzfrequenz, I. Mitteilung: Verhalten von Grundfrequenz, Fluktuation und Dezelerationen in der ungestörten Schwangerschaft.
Z. Geburtsh. Perinat. 176 (1972) 294

179. SALERNO, J.P.
Oberservations on intrauterine pressure during first stage of labor.
Amer. J. Obstet. Gynec. 36 (1938) 2, 294

180. SALING, E.
Prämaturitäts- und Dysmaturitäts-Präventivprogramm (PDP-Programm).
Z. Geburtsh. Perinat. 176 (1972) 70

181. SAUER, H.
Die abdominale fetale Elektrokardiographie im klinischen Einsatz.
Inaugural-Dissertation, Frankfurt am Main 1978

182. SAUTER, H.
Grundlagen und Technik der äußeren Wehenmessung.
Gynaecologia 129 (1950) 209

183. SAUTER, H.
Wirkung der Wehenmittel auf Ruhetonus und Wehenamplitude beim graviden Uterus.
Gynaecologia 131 (1951) 373

184. SAUTER, H.
Die motorische Innervation des menschlichen Uterus.
S. Karger, Basel 1954

185. SCECSI, K.
Erfahrungen mit der Tokometrie bei 1500 Geburten.
Gynaecologia 130 (1950) 3, 210

186. SCHÄFFER, O.
Experimentelle Untersuchungen über die Wehentätigkeit des menschlichen Uterus, ausgeführt mittels einer neuen Pelotte und eines neuen Kymographion.
Berlin 1896

187. SCHATZ, F.
Beiträge zur physiologischen Geburtskunde.
Arch. Gynäk. 3 (1872) 58 und 174

188. SCHATZ, F.
Arch. Gynäk. 4 (1872) 34, 193 und 418

189. SCHATZ, F.
Ueber die Formen der Wehencurve und über die Peristaltik des menschlichen Uterus.
Arch. Gynäk. 27 (1886) 284

190. SCHENK, D., RÜTTGERS, H., RUNNEBAUM, B., MÜLLER, G., WERNER, W., KUBLI, F.
Differentialdiagnose der Frühgeburt.
Dtsch. Ärzteblatt 37 (1975) 2535

191. SCHÖNDORF, H., KRYSS, J., SCHUHMANN, R., HALBERSTADT, E.
Zur Frage der Überwachungszeit beim antepartualen CTG (Ergebnisse einer 24-Std.-Schreibung).
Vortrag 43. Tagung Dtsche. Ges. Geburtsh. Gynäk., Hamburg 1980 (im Druck)

192. SCHWALM, H.
Wehenregistrierung im Partogramm.
Bibl. gynäk. Vol. 20 (1959) 139

193. SCHWENZER, Th., SCHUHMANN, R., HALBERSTADT, E.
Die Bedeutung einer 24-Stunden-Kontrolle des CTG bei tokolytischer Behandlung.
Vortrag 3. Symp. ü. Betamimetika in der Geburtsh. u. Perinat., Aachen 1980 (im Druck)

194. SEMM, K.
Das Wehenproblem mit besonderer Berücksichtigung des Oxytocin-Oxytocinase-Haushaltes.
Enke, Stuttgart 1960

195. SHER, R.A., SOUTHERN, E.M.
Amer. J. Obstet. Gynec. 73 (1957) 822

196. SIENER, H.
Ein Gerät zur Registrierung der Muttermundseröffnung unter der Geburt (Zervixwehenschreiber).
Zbl. Gynäk. 78 (1956) 2069

197. SIENER, H.
Beziehungen zwischen Wehentätigkeit und Muttermundseröffnung.
Fortschr. Geburtsh. Gynäk. Vol. 7 (1958) 111

198. SIENER, H.
Die fortlaufende synchrone Registrierung von Wehentätigkeit, Muttermundseröffnung und Muttermundspropulsion.
Bibl. gynaec. Vol. 20 (1959) 110

199. SIENER, H.
Ein neues elektromechanisches Wehenmeßgerät zur Durchführung von Kombinationsmessungen.
Arch. Gynäk. 196 (1961) 365

200. SIENER, H.
First stage of labour recorded by cervical tocometry.
Amer. J. Obstet. Gynec. 86 (1963) 303

201. SMOLSKO, J.
Petersburg 1876, zitiert nach Hensen

202. SMYTH, C.N.
Experimental electrocardiography of the foetus.
Lancet 1953 I, 1124

203. SMYTH, C.N.
The guard-ring tocodynamometer. Absolute measurement of intra-amniotic pressure by a new instrument.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 64 (1957) 59

204. STEER, CH.M., HERTSCH, G.J.
Electrical activity of the human uterus in labor.
The Electrohysterograph.
Amer. J. Obstet. Gynec. 59 (1950) 25

205. STEER, CH.M.
The electrical activity of the human uterus in normal and abnormal labor.
Amer. J. Obstet. Gynec. 68 (1954) 867

206. STEER, CH.M.
Electrohysterography.
Ann. N.Y. Acad. of Scien. 75 (1959) 809

207. STOCK, W.
Tokographische Untersuchungen zum Problem des Geburtsbeginns.
Inaugural-Dissertation, Würzburg 1965

208. SUREAU, C.
Etude de l'activité électrique de l'utérus au cours du travail.
Gynéc. et Obstét. 55 (1956) 153

209. SUREAU, C., CANNON, M., CHAVINIÉ, J.
Further studies on electro-hysterography.
Digest of the 6th Internat. conference on medical and biological Engeneering, Tokyo (1965)

210. TEMESVÁRY, N.
Ein neuer Weg zur Messung der Geburtswehen. Proktotokographie.
Zbl. Gynäk. 56 (1932) 130

211. THALHAMMER, O.
Ursachen der Frühgeburtlichkeit und Möglichkeiten der Prophylaxe.
Wien. med. Wschr. 110 (1960) 399

212. THALHAMMER, O.
Verhütung von Frühgeburtlichkeit und pränataler Dystrophie.
Z. Geburtsh. Perinat. 177 (1973) 169

213. VIDACOVIĆ, S.
Ergebnisse der Tokographie bei pathologischer Wehentätigkeit.
Bibl. gynaec. Vol. 20 (1959) 112

214. VIGNES, M., LANDRIEN, R., LEROUGE, J.
Présentation d'un utérotensiomètre.
Bull. Soc. Obstét. Gynéc. Paris 6 (1934) 396

215. WASENIUS, H.
Experimentelle Untersuchungen über die Uteruscontractionen bei der Geburt, sowie über den Einfluß des Aethers und des Morphiums auf dieselben.
Arch. Gynäk. 84 (1908) 539

216. WESTERMARK, F.
Experimentelle Untersuchungen über die Wehentätigkeit des menschlichen Uterus bei der physiologischen Geburt.
Scand. Arch. Physiol. 4 (1893) 331

217. WIELOCH, J.
Über Messungen des Druckes im normal graviden und hydramniotischen Uterus.
Zbl. Gynäk. 51 (1927) 129

218. WILLIAMS, E.A., STALLWORTHY, J.A.
A simple method of internal tocography.
Lancet 1952 I, 330

219. WILLIAMS, E.A.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 59 (1952) 635

220. WOLF, W.
Über den Wehenschmerz.
Arch. Gynäk. 164 (1937) 416

221. WOLF, W.
Zur Methode der externen Wehenmessung. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des Verhältnisses der Uteruswandspannung zum Innendruck.
Zbl. Gynäk. 61 (1937) 2418

222. WOLF, W.
Äußere Wehenmessung und Wehenschmerz. Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. S. Lóránd im Zbl. Gynäk. 63 (1939) 2399.
Zbl. Gynäk. 64 (1940) 311

223. WOLF, W.
Die Wirkung des Morphiums und Atropins auf die Muskulatur des Corpus uteri.
Arch. Gynäk. 173 (1942) 614

224. WOLFS, G., ROTTINGHUIS, H.
Electrical and mechanical activity of the human uterus during labour.
Arch. Gynäk. 208 (1970) 373

225. ZAHN, V.
Physiologie der Uteruskontraktionen.
Z. Geburtsh. Perinat. 182 (1978) 263

226. ZAHN, V., HATTENSPERGER, W.
Circadiane Rhythmen von Schwangerschaftskontraktionen.
Posterpräsentation 43. Tagung Dtsche. Ges. Geburtsh. Gynäk., Hamburg 1980

227. ZIPPEL, R.
Ueber Muskelinnendruckmessungen während der Schwangerschaft und im Wochenbett.
Münch. med. Wschr. 94 (1952) 40, 2006

IX. Anhang: parametrischer t-Test

Voraussetzung: Die Zufallsvariablen $(X_{ij}/j=1,2\ldots, n_i, i=1,2)$ sind unabhängig. Die Zufallsvariablen $(X_{i1}, X_{i2},\ldots, X_{in_i})$ sind identisch nach F_i verteilt. F_i ist eine $N(u_i, \sigma^2)$-Verteilung $(i=1,2)$.

Hypothesen: $\left\{\begin{matrix} H_0: u_1=u_2 \\ H_1: u_1 \neq u_2 \end{matrix}\right\}$

Teststatistik: Unter diesen Voraussetzungen ist bei Gültigkeit der Nullhypothese die Teststatistik

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}, \qquad S = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) \cdot S_1^2 + (n_2 - 1) \cdot S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

nach einer t_f-Verteilung mit $f=n_1+n_2-2$ Freiheitsgraden verteilt. Die Quantile dieser Verteilung sind in der folgenden Tabelle angegeben:

f \ p	0.99	0.975
1	6.314	12.71
2	2.920	4.303
3	2.353	3.182
4	2.132	2.776
5	2.015	2.571
6	1.943	2.447
7	1.895	2.365
8	1.860	2.306
9	1.833	2.262
10	1.812	2.228
11	1.796	2.201
12	1.782	2.179
13	1.771	2.160
14	1.761	2.145
15	1.753	2.131
16	1.746	2.120
17	1.740	2.110
18	1.734	2.101
19	1.729	2.093
20	1.725	2.086
21	1.721	2.080
22	1.717	2.074
23	1.714	2.069
24	1.711	2.064
25	1.708	2.060
26	1.706	2.056
27	1.703	2.052
28	1.701	2.048
29	1.699	2.045
30	1.697	2.042
40	1.684	2.021
50	1.676	2.009
60	1.671	2.000
80	1.664	1.990
100	1.660	1.984
200	1.653	1.972
∞	1.645	1.960

Durchführung: Es wird vermutet, daß die Erwartungswerte u_1 und u_2 der beiden Verteilungsfunktionen F_1 und F_2 verschieden sind. Zur Prüfung werden zwei zufällige Stichproben $(x_{i1}, x_{i2},\ldots, x_{in_i})$ gezogen und die Kenn-

größen $\bar{x}_i$ und s_i^2 berechnet (i=1,2).

Ist die Prüfgröße

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{s} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} \quad , \quad s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) \cdot s_1^2 + (n_2 - 1) \cdot s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

größer als das Quantil $t_{f;1-\alpha/2}$ der t_f-Verteilung mit $f=n_1+n_2-2$ Freiheitsgraden, dann muß die Nullhypothese mit der Irrtumswahrscheinlichkeit a verworfen werden.

Die Berechnung der Prüfgröße erfolgte jeweils mit einem programmierbaren Taschenrechner vom Typ HP 25 der Firma H e w l e t t - P a c k a r d .

Im einzelnen errechneten sich folgende Prüfgrößen:

Zu Seite 51, Werte nach Tabelle 4:

t=1,9273 H_0 kann verworfen werden.

Zu Seite 52, Werte nach Tabelle 4:

26.-28. SSW: t=0,7410 H_0 kann nicht verworfen werden.
29.-31. SSW: t=1,9936 H_0 kann verworfen werden.
32.-34. SSW: t=2,3187 H_0 kann verworfen werden.
35.-37. SSW: t=2,8028 H_0 kann verworfen werden.
ab 38. SSW: t=5,1200 H_0 kann verworfen werden.

Zu Seite 53, Werte nach Abbildung 8

26.-28. SSW: t=4,9373 H_0 kann verworfen werden.
29.-31. SSW: t=3,9619 H_0 kann verworfen werden.
32.-34. SSW: t=1,5977 H_0 kann nicht verworfen werden.
35.-37. SSW: t=1,5456 H_0 kann nicht verworfen werden.
ab 38. SSW: t=1,0371 H_0 kann nicht verworfen werden

Zu Seite 55 oben, Werte nach Tabelle 5:

8h- 9h:	t=2,6655	20h-21h:	t=3,3704
9h-10h:	t=2,2476	21h-22h:	t=3,4978
10h-11h:	t=2,7364	22h-23h:	t=3,2943
11h-12h:	t=2,7627	23h-24h:	t=2,8540
12h-13h:	t=3,0817	24h- 1h:	t=2,4255
13h-14h:	t=2,9673	1h- 2h:	t=2,4146
14h-15h:	t=2,9001	2h- 3h:	t=2,7082
15h-16h:	t=3,7709	3h- 4h:	t=3,0730
16h-17h:	t=2,8850	4h- 5h:	t=1,8741
17h-18h:	t=2,8221	5h- 6h:	t=1,8328
18h-19h:	t=3,5459	6h- 7h:	t=3,0715
19h-20h:	t=3,0961	7h- 8h:	t=3,7944

Die Nullhypothese konnte für alle Prüfgrößen verworfen werden.

Zu Seite 55 unten, Werte nach Tabelle 5:

Zunächst wurden die Werte zwischen 23h und 24h mit den Werten zwischen 16h und 17h verglichen:

t=2,3466 H_0 kann verworfen werden.

Beim Vergleich der Werte zwischen 7h und 8h mit den Werten zwischen 9h und 10h ergab sich folgende Prüfgröße:

t=2,6558 H_0 kann verworfen werden.

Für die Gruppe mit drohender Frühgeburt wurden die Werte zwischen 23h und 24h mit den Werten zwischen 7h und 8h in Beziehung gesetzt:

t=1,6029 H_0 kann nicht verworfen werden.

Thomas Schwenzer

Praunheimer Weg 111
6000 Frankfurt am Main 50

L e b e n s l a u f

7. August 1954	Geboren in Frankfurt am Main als Sohn des Gynäkologen Prof. Dr. A.W. Schwenzer und der Apothekerin Anneliese geb. Schäfer
Ostern 1961 bis Ostern 1965	Volksschule in Frankfurt am Main
Ostern 1965 bis Juni 1973	Humanistisches Lessing-Gymnasium in Frankfurt am Main
6. Juni 1973	Abitur am Lessing-Gymnasium in Frankfurt
Herbst 1973 bis März 1978	Studium der Elektrotechnik an der Rheinisch-Westfälischen-Technischen Hochschule Aachen
Frühjahr 1976	Vordiplom in Elektrotechnik
April 1978 bis Herbst 1980	Studium der Humanmedizin an der Westfälischen-Wilhelms Universität Münster
20. März 1979	Ärztliche Vorprüfung in Münster
Seit Herbst 1980	Studium der Humanmedizin an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt
19. März 1982	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
Ab April 1982	Praktisches Jahr an den Städtischen Krankenanstalten Frankfurt-Höchst

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die dem Fachbereich Humanmedizin Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel "Die Langzeittokographie und ihre Bedeutung für die Diagnose der drohenden Frühgeburt" im Zentrum der Frauenheilkunde und Geburtshilfe der Johann Wolfgang Goethe-Universität unter Leitung von Prof. Dr. med. Ernst Halberstadt ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- und ausländischen Medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Frankfurt am Main, den 6.4.1982

Doris Schwenzer